

CAMBIAMENTI CLIMATICI IN FRIULI-VENEZIA GIULIA

Stefano Micheletti
Direttore dell'OSMER
Osservatorio Meteorologico
Regionale dell'ARPA FVG

Le evidenze strumentali dell'ultimo secolo mostrano un rilevante, rapido e sempre più accelerato riscaldamento del pianeta - il global warming, di dimensioni e portata senza precedenti probabilmente dall'optimum climatico olocenico (il periodo caldo successivo alla fine dell'ultima glaciazione, avvenuto attorno a 6-7000 anni fa) in poi. A detta dell'IPCC, risulta ormai parimenti assodato che il contributo umano ha giocato un ruolo di primo piano nel determinare il global warming. Il settore OSMER dell'ARPA FVG ha cominciato ad occuparsi della tematica già da alcuni anni, sospinto dall'interesse a livello locale e sulla base della considerazione che, dando per scontato che l'aumento di temperatura globale prosegua, resta grande incertezza su come questo aumento possa distribuirsi sulla superficie del pianeta e su quali effetti collaterali, come le importantissime variazioni della piovosità, esso possa indurre a livello continentale o regionale.

Per tentare una prima valutazione dei possibili effetti dei cambiamenti climatici intercorsi negli ultimi decenni a livello regionale, l'OSMER ha raccolto alcune serie di dati storici. Le serie storiche termometriche e pluviometriche più lunghe nella nostra regione sono quelle registrate dalle stazioni dell'ex-Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (ora transitate alla Regione, nell'Unità Operativa Idrografica del FVG); una prima analisi riguarda le stazioni di Trieste e Udine, per le quali si può risalire all'indietro di circa due secoli. Su periodi più corti, sono stati utilizzati anche i dati di molte altre stazioni.

Le analisi già svolte riguardano: le temperature minime e massime, a livello annuale e stagiona-

le, con solo alcune estensioni al livello dei singoli mesi; le precipitazioni annuali e stagionali, anche in questo caso con qualche dettaglio sul livello mensile; la quantità di neve fresca caduta e lo spessore medio mensile della neve al suolo, limitatamente, in questo caso, al suo valore massimo stagionale (dati forniti dalla Regione - Ufficio Valanghe). Sono stati elaborati i dati di singole stazioni ritenute significative e anche cumulativamente i dati di alcuni gruppi di stazioni, in modo da rendere più robusta la statistica e minimizzare l'effetto degli errori introdotti dalle caratteristiche specifiche del sito o della strumentazione.

In estrema sintesi, pur con tutte le incertezze del caso, in FVG le temperature nell'ultimo ventennio appaiono essere aumentate molto quasi dappertutto, in sintonia e ancor più di quanto avviene nel resto del mondo, in particolare quelle massime e quelle primaverili ed estive. Sembra altresì molto probabile che i valori che si registrano negli ultimi anni siano i più elevati da molti decenni, se non da vari secoli, a questa parte.

Per quanto concerne le precipitazioni, risulta invece ad oggi difficile trarre delle conclusioni su possibili tendenze in aumento o in diminuzione, al di là di qualche segnale apparentemente temporaneo o locale. A differenza del caso delle temperature, le frequenti e anche ampie oscillazioni del regime pluviometrico del Friuli Venezia Giulia fanno sì che molto dipenda dalla lunghezza della serie storica che si considera. Conseguentemente, anche per le precipitazioni nevose valgono considerazioni analoghe, pur in presenza dell'effetto riduttivo dell'aumento della temperatura, in particolare per le località poste alle quote più basse.



INTRODUZIONE

L'argomento dei cambiamenti climatici è ormai - giustamente - uno dei più frequenti sia sui media che nelle conversazioni quasi quotidiane di molti di noi. Una volta la domanda classica che veniva posta a noi meteorologi era, come da manuale: "Pioverà? E quando? E quanto?". Oggi sempre più spesso a tale domanda si aggiungono varie considerazioni sui cambiamenti climatici in corso, siano essi reali o solo presunti, dalla semplice e mai tramontata osservazione che le stagioni non sono più quelle di una volta alla constatazione che fa sempre più caldo e che piove - e, ahimè, nevica - sempre di meno. Dopo qualche isolato giorno di pioggia, o neve, o freddo, le considerazioni collettive si invertono, e la voce del popolo lamenta rigori assolutamente inusuali e sciagure prossime venture.

A queste considerazioni, sebbene a volte contrastanti, i più accorti accompagnano quesiti incuriositi e talvolta preoccupati sul futuro a medio-lungo termine: "ma i cambiamenti climatici ci sono veramente?

è tutta colpa dell'uomo? e dove andremo a finire?".

Naturalmente, non è facile dare risposte a queste domande, soprattutto perché spesso il pubblico non si accontenta di ragionamenti tecnici applicati alla climatologia, che però alla fine non possono che richiamare la relatività delle cose di questo mondo, ma chiede - o pretende - risposte assolute, certezze inconfutabili, siano esse in positivo o in negativo. Ebbene, di certo la climatologia non è la scienza - posto che di una qualsivoglia scienza si debba trattare - deputata a fornire certezze escatologiche o sicuri programmi di investimento sul futuro.

Tuttavia, la comunità scientifica internazionale che si occupa di climatologia si prodiga incessantemente e dedica ogni possibile sforzo per cercare di mettere a fuoco uno o più possibili scenari di futura evoluzione climatica. E per cercare di spingere lo sguardo nel futuro, un indispensabile punto di partenza è la ricostruzione, il più possibile accurata ed estesa, di ciò che è avvenuto in passato. Ecco perché la paleoclimatologia - che studia le variazioni climatiche intercorse nelle ere geologiche passate - e la climatologia che potremmo definire "storica" - che studia come sia stato il clima da quando l'uomo ha lasciato testimonianze concretamente utilizzabili - in questi ultimi anni si sono sviluppate considerevolmente. Queste discipline hanno confermato e messo a fuoco con abbondanza di interessantissimi particolari una verità di base da non dimenticare mai: che il clima della Terra è sempre stato e quindi è tuttora in continua evoluzione, per cause del tutto naturali (deriva dei continenti, attività vulcanica, spostamenti dell'asse terrestre, mutamenti dell'orbita terrestre, variazioni dell'attività solare, mutamenti naturali della composizione chimica dell'atmosfera, etc.). L'atmosfera terrestre è una componente del complesso sistema che costituisce il "pianeta che vive" e come tale, come un essere vivente, si modifica continuamente.

Assodato che nel passato remoto e meno remoto il clima è sempre cambiato natu-

ralmente, l'attenzione dei ricercatori si è concentrata sulla ricostruzione delle più recenti variazioni climatiche; hanno cioè cercato di rappresentare l'andamento climatico terrestre degli ultimi decenni (periodo per il quale si dispone di una discreta quantità di osservazioni scientifiche eseguite con metodi moderni) tramite simulazioni eseguite mediante complessi modelli fisico-matematici.

A questo punto cominciano le sorprese, rispetto agli andamenti naturali. I risultati più evidenti di tale operazione sono che - secondo la maggioranza degli esperti in materia - non è possibile simulare, ovvero ricostruire a computer le serie storiche della temperatura superficiale terrestre degli ultimi decenni, inserendo quali elementi forzanti, cioè quali possibili cause di cambiamento climatico, solo quelle puramente naturali. Per ottenere simulazioni realistiche è necessario introdurre nel modello le note cause di variazioni climatiche antropogenetiche, cioè prodotte, frutto dell'attività umana (in primis l'incremento della concentrazione dei gas che generano l'effetto serra). Solo così si riesce ad ottenere un modello che, fatto "girare" sugli ultimi decenni, simula bene quello che è successo. E la seconda novità che i recenti dati ci portano è che l'aumento di temperatura già avvenuto comincia ad essere di portata paragonabile a quelli delle più grandi variazioni climatiche della storia della Terra. Si tratta di un aumento stimato in circa 0,74 °C negli ultimi 100 anni in tutto il pianeta. Non solo; esso si sta manifestando con una velocità assolutamente straordinaria e inusuale nella storia della Terra stessa. Simili aumenti di temperatura, dunque, ci sono già stati, ma mai così veloci su tutto il pianeta (decine di anni rispetto a migliaia o decine di migliaia di anni) e imputabili a cause non naturali. Anche la velocità stessa di crescita della temperatura planetaria aumenta negli ultimi decenni: le temperature globali sono aumentate di 0,13 °C per decennio negli ultimi 50 anni (dal 1958 al 2008) e di 0,16 °C per decennio dal 1979.

Veniamo dunque al futuro. Attualmente,





sulla base delle proiezioni ottenute con i modelli di simulazione che meglio riescono a riprodurre il passato, e che quindi si ritengono più affidabili nel prevedere il futuro, la maggioranza della comunità scientifica internazionale – il cui lavoro è periodicamente riassunto, sintetizzato e pubblicato dall'IPCC, l'Intergovernmental Panel on Climate Change, consesso scientifico promosso dalle Nazioni Unite – in via generale concorda nel ritenere che i cambiamenti climatici in corso vadano nella direzione di un complessivo ulteriore riscaldamento del pianeta e che tale riscaldamento sia in buona parte attribuibile all'influsso delle attività umane sul sistema climatico stesso.

Gli scenari elaborati sono molti; essi dipendono dall'incertezza che ancora sussiste nell'accurata riproduzione dei fenomeni naturali e nella previsione di quale sarà il modello di sviluppo socio-economico dell'umanità nei prossimi decenni. Si va pertanto da ipotesi di riscaldamento entro il 2100, rispetto al 1990, di "soli" 1,4 °C circa (che già porterebbe

a conseguenze drammatiche), a catastrofiche previsioni di un riscaldamento di 5,8 °C, che modificherebbe significativamente il pianeta.

Per toglierci ogni speranza di un futuro tranquillo, la maggior parte degli studiosi conferma che il cambiamento climatico già in atto, prodotto dalle modifiche introdotte nel sistema atmosferico nei decenni passati, è ormai inarrestabile e pertanto continuerà anche se l'umanità improvvisamente si arrestasse, spegnesse tutti i propri motori e lasciasse solo alla natura di fare il suo corso. L'inerzia del sistema climatico è tale per cui ci vorranno comunque diversi secoli prima che esso si stabilizzi in un nuovo equilibrio naturale.

Va ricordato che non tutta la comunità scientifica internazionale è concorde su queste posizioni; esiste una minoranza che valuta con scetticismo l'attribuzione di una parte di responsabilità dei cambiamenti climatici in atto alle attività umane e che, soprattutto, pensa che essi possano avere risvolti positivi, o perlomeno preva-

lentemente positivi, per la maggior parte dell'umanità.

Infatti, dando per scontato quello che si sta già verificando – e cioè l'aumento complessivo di temperatura, anche al netto delle variazioni subite dagli strumenti di misura e dalle località ove essi sono ubicati (soprattutto per effetto dell'urbanizzazione) – resta grande incertezza su come questo aumento possa distribuirsi sulla superficie del pianeta e su quali effetti collaterali, come le importantissime variazioni della piovosità, esso possa indurre a livello continentale o subcontinentale. Pare attualmente ragionevolmente certo che l'aumento di temperatura si manifesti in misura contenuta nelle zone equatoriali e tropicali e in misura massima nelle zone polari (con tutte le immaginabili conseguenze sui ghiacci artici e antartici); nelle zone intermedie, alle medie latitudini, invece, gli effetti dei cambiamenti climatici saranno fortemente influenzati dalle condizioni locali, e qui l'incertezza regna sovrana. L'Europa si trova in pieno in queste condizioni.

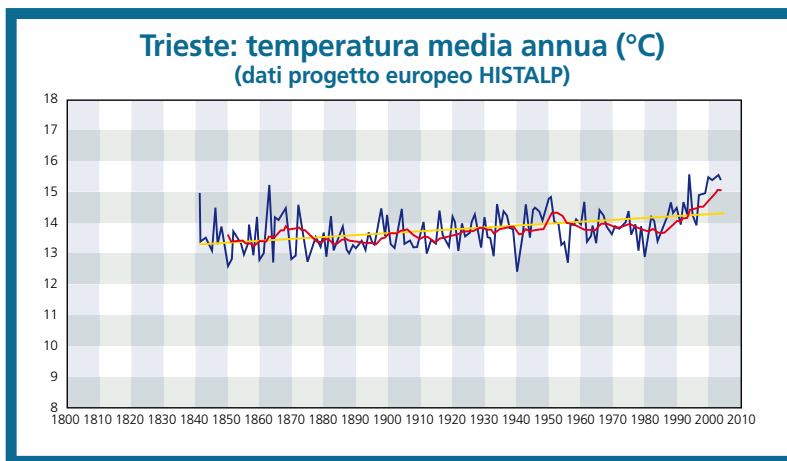


Fig. 1

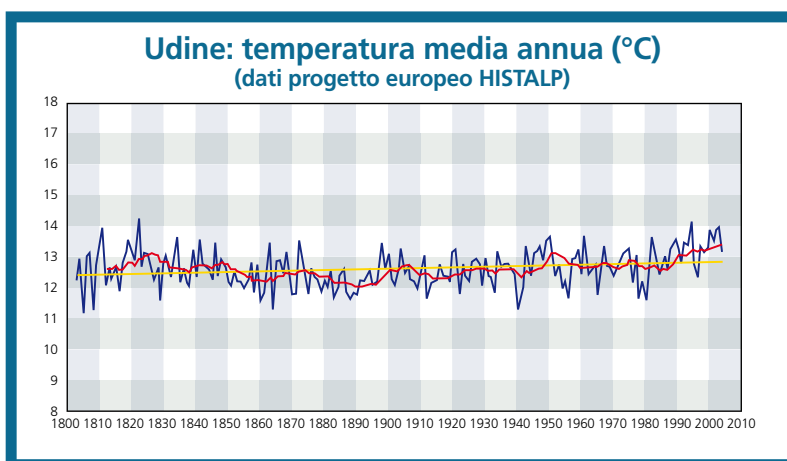


Fig. 2

COSA È AVVENUTO IN FVG?

Per tentare una prima valutazione dei possibili effetti dei cambiamenti climatici intercorsi negli ultimi decenni a livello regionale (Friuli-Venezia Giulia), l'OSMER (Osservatorio Meteorologico Regionale dell'ARPA - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli-Venezia Giulia) ha raccolto alcune serie di dati storici. Queste serie provengono da fonti diverse e sono eterogenee per modalità di misura e strumentazione; esse rispecchiano anche le variazioni intervenute nell'uso del territorio e le ricostruzioni climatiche che se ne possono ottenere sono quindi affette da questa intrinseca differenziazione e i confronti che fra di esse si potrebbero ipotizzare risentono fortemente di questa limitazione. Inoltre, alcune di esse non sono state sottoposte a validazione, per cui i risultati che se ne ricavano vanno presi con le pinze. Per semplicità di esposizione, sono stati trattati prima gli andamenti della temperatura, poi quelli delle precipitazioni.

Le serie storiche più lunghe nella nostra regione sono quelle registrate dalle stazioni dell'ex-Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (ora transitate alla Regione, nell'Unità Operativa Idrografica del FVG); una prima analisi riguarda le stazioni di Trieste e Udine, per le quali si può risalire all'indietro di circa due secoli.

Variazioni delle temperature Serie bisecolari di Trieste e Udine e altre varie

La serie storica delle temperature medie annuali di Trieste dal 1840 al 2005 (Figura 1, estratta dall'archivio Histalp, frutto dei lavori di vari progetti di ricerca climatologica austriaci, italiani ed europei, già corretta e validata) mostra, com'è ovvio attendersi, un andamento altalenante; tuttavia, analizzandone la media mobile su 10 anni, si vede chiaramente come essa si attestasse attorno a 13,5°C fino al 1920 circa, mentre poi si sia avvicinata ai 14°C e li abbia per la prima volta superati nel decennio del 1940, per infine, con una decisa svolta, salire con molta decisione negli ultimi 20 anni circa e raggiungere i

15°C dopo il 2000. I tre anni più caldi, fra tutti i 165, sono stati il 1994, il 2000 e il 2003, tutti quindi molto recenti.

Per quanto riguarda Udine, la serie storica dal 1803 al 2005 delle temperature medie annuali, quindi bisecolare, estratta dal medesimo archivio Histalp (Figura 2), osservandone come sopra la media mobile, mostra anch'essa un andamento oscillante fra 12°C e 13°C per tutto il 19° secolo; poi, nella prima metà del 20° secolo, comincia a salire; tocca i 13°C nel decennio del 1940 (anche se era già successo una volta all'inizio del 1800), poi scende poco sotto e lì resta stabile fino al 1985 circa; infine sale decisamente sopra i 13°C. Gli anni più caldi della serie sono il 1994, il 1822 e il 2003, alla pari con il 1810.

Le serie, estratte dallo stesso archivio, relative a tre mesi caratteristici, mostrano tendenze peculiari. Il mese di giugno, che ha dimostrato stabilità nelle temperature dall'800 fino al 1990 circa, ha poi invece fatto registrare un brusco e rilevante aumento (oltre 1°C in meno di 20 anni) sia a Trieste che a Udine, come se questo mese avesse traslocato di stagione: dalla primavera, cui apparteneva nella climatologia classica della regione, all'estate piena. Il mese di ottobre presenta una spiccata variabilità interannuale, ma non una variazione complessiva significativa. Il mese di gennaio, invece, denota una tendenza complessiva al riscaldamento in ambedue le località; la media mobile su 10 anni, pur se con forti oscillazioni, segno anche in questo caso di periodi con forte variabilità interna, è passata a Trieste dall'intervallo 4 - 5 °C nell'800 a quello 5 - 6 °C dopo il 1970; a Udine, analogamente, da 2 - 3 °C nell'800 a 3 - 4 °C (e anche oltre) dopo il 1970.

La ricostruzione dell'andamento annuale della temperatura dal 1500 al 2004 per una non meglio precisata pianura friulana (ottenuta da C. Casty et al., 2005) mostra per oltre 400 anni, fino al 1920 circa, oscillazioni della media mobile poco sopra i 12 °C, con molte punte inferiori a tale valore e un solo picco a 13°C fra il '700 e l'800; poi una crescita più o meno costante, in accordo con quanto

già visto, per arrivare negli ultimi anni a circa 13,5 °C.

Ampliando brevemente lo sguardo, i grafici delle temperature medie invernali in varie zone delle Alpi intere mostrano un andamento altalenante dalla metà del '700 fino alla metà del '900, a cui segue un brusco aumento di circa un grado fino alla fine del secolo. Sembra che questo aumento sia risentito maggiormente dalle stazioni più in quota (oltre i 1500 m slm), o che perlomeno quelle stazioni siano più soggette a intense variazioni interannuali.

Serie settantennali di Bonifica Vittoria e Maniago

Per evitare i possibili effetti della crescente isola di calore urbana, di cui potrebbero andare affette le serie delle città capoluogo della regione, l'OSMER ha quindi considerato i dati di due stazioni del Servizio Idrografico che rispondono ai requisiti di disporre di una serie storica discretamente lunga (almeno cinquant'anni), di essere in zone non urbane e rappresentative di due aree differenti della regione e di essere prossime a stazioni meteorologiche dell'Osmer stesso, in modo da poter – seppur approssimativamente – completare la serie stessa con i dati più recenti, fino a tutto il 2007 incluso. Sono così state selezionate le stazioni di Bonifica Vittoria (in Comune di Grado) e di Maniago, a cui si possono affiancare per gli ultimi anni le stazioni Osmer di Fossalon di Grado e di Vivaro, rispettivamente. In ambedue i casi, disponiamo di una sovrapposizione di dati della durata di quattro anni (dal 1991 al 1994) fra le serie del Servizio Idrografico e quelle dell'Osmer; in altre parole, per quei quattro anni disponiamo dei dati sia dell'uno che dell'altro servizio.

L'osservazione visiva del grafico delle temperature minime e massime medie annuali del periodo 1939-2007 delle stazioni di Bonifica Vittoria prima e di Fossalon poi non evidenzia di primo acchito alcun fenomeno rilevante. Viceversa, nelle analoghe serie delle stazioni di Maniago e Vivaro per il periodo 1938-2007 si notano forti discontinuità, come dei salti improvvisi, in corrispondenza degli anni

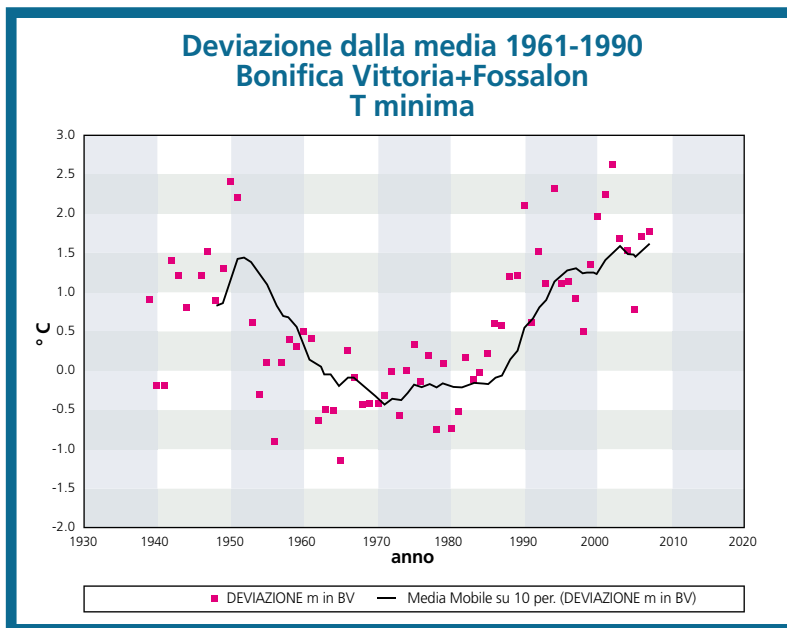


Fig. 3

1963-1965 circa e 1984-1986 circa. Non è stato possibile reperire informazioni che giustificano queste discontinuità in termini di spostamenti della stazione di Maniago, di cambiamento degli strumenti o del loro alloggiamento o altro; la serie storica ne è inficiata e viene quindi ritenuta scarsamente affidabile.

Purtuttavia, per cercare – almeno per la zona della Bassa friulana – di ottenere una serie più omogenea nel corso degli anni, è stata quindi calcolata la differenza media (per le minime e poi per le massime) fra le temperature registrate nelle stazioni del Servizio Idrografico e quelle registrate nelle stazioni Osmer durante i quattro anni di sovrapposizione dei dati; questa differenza è stata poi applicata ai valori registrati dalle stazioni Osmer negli anni stessi e in quelli successivi fino al 2007, in modo da “riportare” quei valori a valori più vicini a quelli che ipoteticamente avrebbero potuto essere registrati dalle stazioni del Servizio Idrografico negli ultimi anni. Alla nuova serie di dati 1938/9-2007 così ottenuta è stata applicata una media mobile su 10 anni. L'osservazione della nuova serie, anche tramite il grafico della deviazione dalla media 1961-1990, mostra nella località di Bonifica Vittoria (Fossalon), sia per le minime che per le massime annuali medie, un andamento in diminuzione dagli anni '40 agli anni '60, poi stazionario

fino agli anni '80 e quindi in aumento, dello stesso ordine di grandezza della precedente diminuzione, aumento particolarmente significativo per le minime (circa 1,5°C, Figura 3), più contenuto per le massime (circa 1°C), comunque molto rilevante rispetto all'andamento planetario. Gli anni più caldi si sono avuti all'inizio della serie; gli anni più freddi al centro. Valori particolarmente elevati, cioè con una deviazione positiva pari o maggiore a 1,5°C, si sono avuti due volte all'inizio della serie (1950 e 1951), mentre ben 10 volte a partire dal 1990.

Serie cinquantennali di 22 stazioni in FVG

Infine, recentemente sono state ottenute le serie storiche digitalizzate (ancorché non validate) dei dati di temperatura minima e massima media mensile per 22 stazioni dell'ex-Servizio Idrografico, ora Unità Operativa Idrografica della Regione FVG, per il periodo 1951 (in alcuni casi 1950) - 2007. Su 37 stazioni termometriche storiche del S.I. in regione, sono state selezionate anche in questo caso quelle che dispongono di una serie di dati sufficientemente continua (almeno 33 anni), con esclusione delle serie di Trieste e Udine (peraltro già esaminate, vedi sopra) per evitare contaminazioni dovute all'effetto della crescente urbanizzazione dei siti e quindi della possibi-

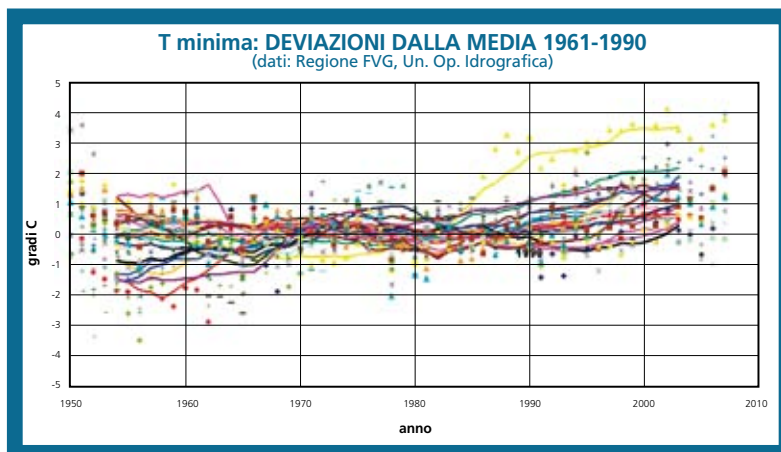


Fig. 4

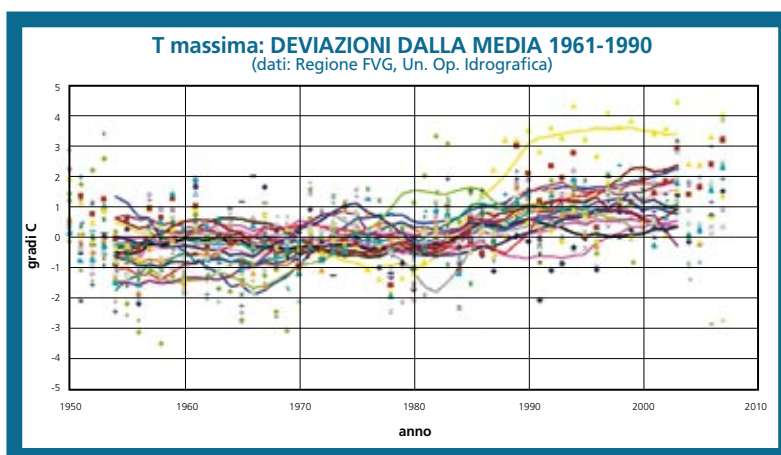


Fig. 5

le isole di calore urbana. Le singole serie storiche in alcuni casi sono incomplete, in altri mostrano delle discontinuità e dei comportamenti, in genere, che fanno presupporre che le stazioni abbiano subito vicissitudini ulteriori e diverse rispetto al normale funzionamento (ad esempio uno spostamento del sito di misura).

Per ovviare parzialmente a questi inconvenienti, seppur in modo ancora molto grezzo, le serie (ultra)-cinquantennali delle deviazioni delle temperature massime e minime medie annuali di queste 22 stazioni rispetto alla loro media sul periodo standard 1961-1990 sono state plottate in un unico grafico, aggiungendovi poi le medie mobili su 9 anni. Sono stati così ottenuti i grafici delle Figure 4 e 5, rispettivamente per le temperature minime e per quelle massime.

Si osserva che effettivamente la maggior parte delle linee che rappresentano le 22 medie mobili delle deviazioni delle temperature dalla media sono molto vicine le une alle altre e si concentrano in un unico fascio. Tralasciando quindi le singole serie

isolate, che probabilmente risentono di quelle vicissitudini anomale di cui sopra, l'andamento di questo fascio principale rivela che le temperature minime medie in FVG sono rimaste pressoché stabili nel periodo 1950-1985 (seppur con una forte dispersione del fascio nel primo decennio), mentre dalla seconda metà degli anni '80 hanno preso ad aumentare in modo abbastanza graduale e costante. Complessivamente, l'aumento in circa 20 anni (le serie di medie mobili su 9 anni terminano nel 2003) varia fra pochi decimi di grado e 2 °C. Per le temperature massime, anche in questo caso dopo trent'anni di stabilità, si nota invece un salto all'insù piuttosto brusco proprio attorno al 1985, seguito da una decina d'anni di aumento ulteriore e abbastanza sensibile, mentre negli ultimi 10 anni circa il tasso di crescita sembra rallentare. Complessivamente, l'aumento in circa 20 anni è un po' più elevato e varia fra circa 0,5 °C e 2,5 °C.

Dal medesimo archivio storico sono state ricavate in modo analogo a quanto ap-

pena visto anche le serie delle deviazioni delle temperature massime e minime medie stagionali rispetto alla loro media sul periodo standard 1961-1990. Di nuovo, esse sono state plottate in un unico grafico, aggiungendovi poi le medie mobili su 9 anni. Dall'esame di questi quattro grafici stagionali per le temperature minime e quattro per le temperature massime, si ricava quanto segue. In inverno, più per le massime che per le minime, la temperatura ha fatto registrare un significativo e rapido aumento nella seconda metà degli anni '80, raggiungendo i valori massimi del cinquantennio, come già era successo durante un picco a metà degli anni '70; negli ultimi 20 anni sembra essersi stabilizzata su questi valori elevati (grossolanamente di circa 1 °C superiori alla media storica). In primavera, con un brusco scarto dalla metà degli anni '80 la temperatura è aumentata costantemente, fino a raggiungere valori fra 1 °C e 3°C superiori alla media storica (meno per le minime), dopo un trentennio di relativa stabilità. In estate l'aumento delle temperature è cominciato prima, già dagli anni '70 per le massime e dal 1980 circa per le minime, e da allora è proseguito con regolarità, arrivando fra 1 °C e 3 °C nelle massime e fra 0,5 °C e 2 °C nelle minime. In autunno le temperature massime medie, pur oscillando periodicamente, non sembrano mostrare segnali precisi di variazione, mentre le minime indicano un leggero aumento, ma solo dopo il 1990 circa e con una notevole dispersione geografica.

Variazioni delle precipitazioni Serie bisecolori di Trieste e Udine

L'analisi delle precipitazioni potrebbe essere forse ancora più interessante; infatti, sembrerebbe che nel contesto continentale la nostra regione possa venirsi a trovare in futuro al margine fra la zona mediterranea, che riceverà meno precipitazioni, e quella alpina, che alcune simulazioni indicano come più favorita. Riprendendo l'osservazione dei dati sulla falsariga di quanto fatto per le temperature, la serie storica delle precipitazioni totali annue dal 1840 al 2004 estratta

dall'archivio Histaalp per Trieste (Figura 6) mostra (riferendosi alla media mobile su 10 anni) valori molto oscillanti fra 1000 e 1250 mm, ma complessivamente stazionari fino al 1940 circa. Nel corso degli anni '40 c'è stato uno scarto verso il basso e da allora le precipitazioni oscillano attorno ai 1000 mm annui.

I massimi annuali sopra i 1500 mm si sono registrati nel 1855, nel 1938 e nel 1955; i minimi sotto i 700 mm nel 1865, nel 1921 e nel 2003.

Analogamente, la serie storica delle precipitazioni totali annue dal 1803 al 2005 estratta dall'archivio Histaalp per Udine (Figura 7) mostra ampie oscillazioni nella media mobile fra 1300 mm e 1700 mm dal suo inizio fino al 1940 circa, sebbene si possa intuire già una certa diminuzione, osservando che i picchi verso i 1700 mm si trovano tutti nell'800, mentre quelli verso i 1300 mm sono uno nell'800 e due nel '900. Dal 1940 in poi le oscillazioni si amplificano e la media mobile varia fra 1200 mm e 1600 mm circa. I massimi annuali sopra i 2100 mm si sono registrati nel 1960, nel 1853 e nel 1846; i minimi sotto gli 800 mm nel 1921, nel 1834 e nel 1908, alla pari con il 1945.

Le corrispondenti serie relative ai tre mesi di giugno, ottobre e gennaio diversificano il quadro. Infatti, il mese di giugno non dà segnali di cambiamenti apprezzabili; il mese di ottobre è in diminuzione a Trieste, sebbene con una ripresa negli ultimi 20 anni, mentre potrebbe essere complessivamente stazionario a Udine (anche se ultimamente non si raggiungono più così frequentemente i valori elevati, come succedeva nell'800); il mese di gennaio è stazionario in ambedue le località.

Serie settantennali di Bonifica Vittoria e Maniago

Anche per le precipitazioni totali annue sono state prese in esame le serie di dati per gli anni 1930-2007 delle stazioni di Bonifica Vittoria e Fossalon e di quelle di Maniago e Vivaro, applicandovi le stesse elaborazioni già utilizzate nel caso delle temperature. In questo caso le discontinuità evidenziate nella serie di Maniago per le temperature non sono rilevabili

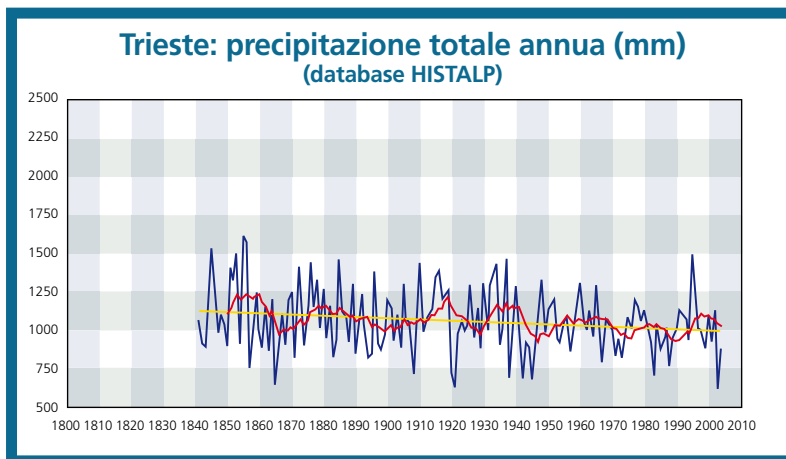


Fig. 6

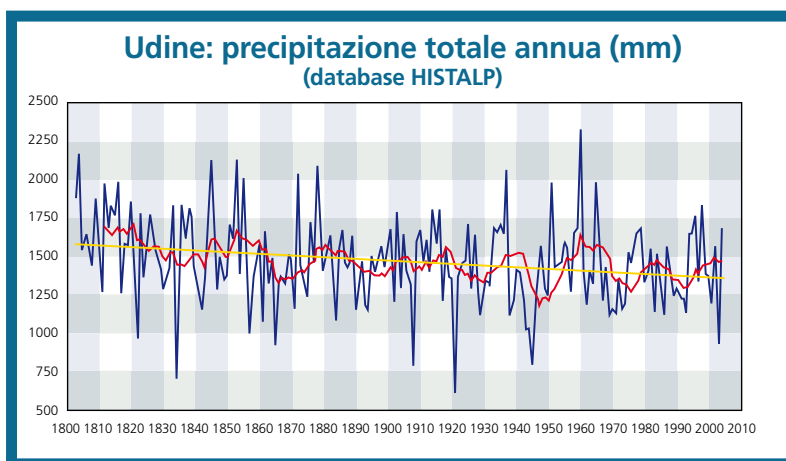


Fig. 7



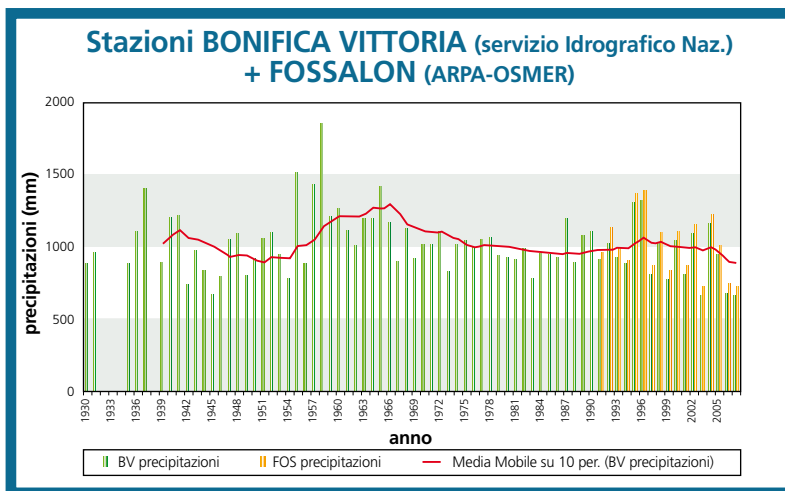


Fig. 8

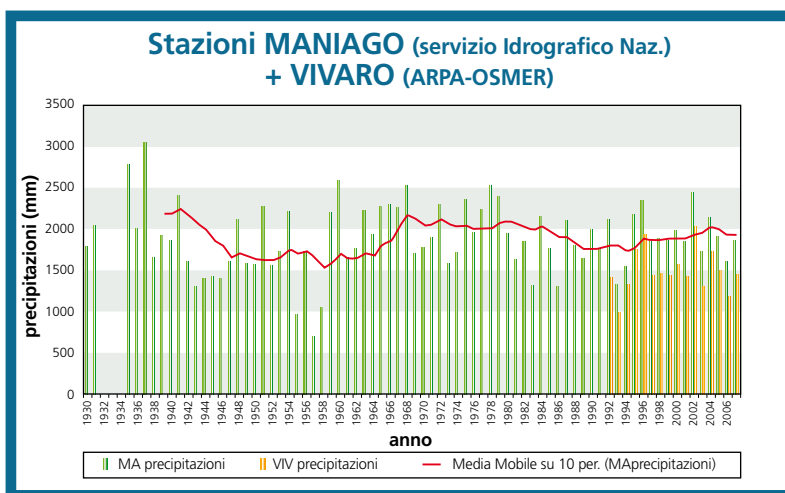


Fig. 9

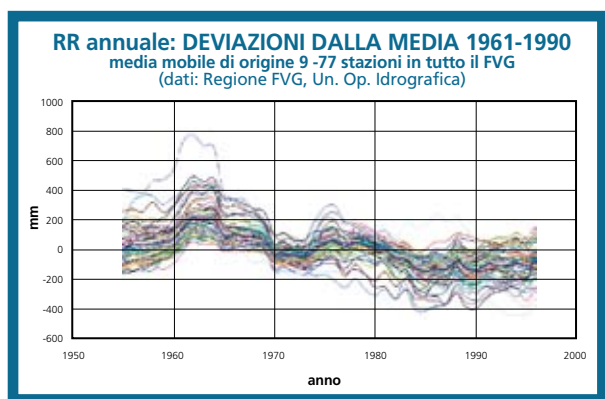


Fig. 10

con altrettanta chiarezza e quindi l'analisi delle precipitazioni in quella località potrebbe essere più attendibile di quella delle temperature - ma dei sospetti restano, come vedremo.

Nella Bassa friulana (Figura 8) la media mobile decennale delle precipitazioni è rimasta sostanzialmente stabile in tutto il periodo, eccezion fatta per un massimo rilevato fra gli anni '50 e gli anni '60.

Gli anni più recenti risentono di un periodo di siccità manifestatosi in tutto il Friuli orientale nel 2006 e nel 2007, ma

non esteso a tutta la regione. Gli anni più piovosi, in ordine decrescente, sono stati il 1958 e il 1955, seguiti dal 1937, 1957, 1965, 1995 e 1996. Gli anni aridi sono stati molti e ben distribuiti nel corso del periodo; i più secchi in assoluto sono stati il 1945, il 2003 e, per l'appunto, il 2006 e il 2007.

Nell'alto Pordenonese (Figura 9), dopo un avvio assai ricco di precipitazioni a cavallo degli anni '30 e '40, si è avuta una netta diminuzione e un periodo secco fra la fine degli anni '40 e gli anni '50, seguito da un nuovo forte aumento (oltre +20%, forse segno di una ridislocazione della stazione?) che ha portato ad un periodo elevato stazionario dagli anni '60 al 1980, che si protrae tuttora, salvo un cedimento del 10% circa fra il 1980 e i primi anni '90. I due anni più piovosi in assoluto sono stati il 1937 (molto piovoso anche nella Bassa friulana) e il 1935, seguiti da diversi anni piovosi circa equivalenti e ben distribuiti, dal 1941 al 2002. Gli anni più



aridi sono stati il 1955, il 1957 e il 1958, seguiti anche qui dagli anni attorno al 1945 e quindi dal 1983 e dal 1986 (come a Udine) e dal 1993.

Curiosamente, il 1965, anno record a Trieste e Udine, è stato sì un anno piovoso a Bonifica Vittoria (terzo ex equo nella serie), ma non a Maniago (appena al di sopra della media).

Serie cinquantennali di 77 stazioni in FVG

Pure per i dati di precipitazione sono state recentemente ottenute nuove serie storiche digitalizzate: si tratta dei dati mensili di precipitazione per il periodo 1951-2000 di 77 stazioni dell'ex-Servizio Idrografico, ora gestite dall'Unità Operativa Idrografica della Regione FVG, selezionate per completezza della serie fra le 131 stazioni pluviometriche storiche presenti in FVG.

Seguendo un ragionamento analogo a quello già fatto per le temperature, con l'obiettivo di estrarre un'informazione grezza, ma statisticamente più robusta e di, in un certo senso, filtrare le discontinuità e le imprecisioni che possono essere contenute in una singola serie, tutte le curve delle medie mobili di ordine 9 delle deviazioni durante il cinquantennio della precipitazione totale annua rispetto alla media sul periodo standard 1961-1990 di tutte le 77 stazioni sono state plottate in un unico grafico (Figura 10). È stata inoltre



aggiunta al grafico la linea del valore medio di tutte le 77 curve di deviazione. Dal grafico emerge chiaramente un massimo dei primi anni '60, una successiva approssimativa stazionarietà delle precipitazioni in FVG fino all'inizio degli anni '80, una diminuzione nel corso dei primi anni '80 e infine una stazionarietà su valori bassi dal 1985 circa in poi.

Serie secolari di 14 stazioni del bacino del Tagliamento e di 11 stazioni della pianura friulana in sinistra Tagliamento

L'Unità Operativa Idrografica della Regione FVG ha infine elaborato e reso disponibili anche i totali mensili dal 1910 al 2007 (sebbene con alcune interruzioni, specialmente nel periodo della prima guerra mondiale) relativi a 14 stazioni del bacino montano del Tagliamento (da Gemona in su) e a 11 stazioni della pianura friulana in sinistra Tagliamento. Le stazioni sono state anche in questo caso selezionate in base a criteri di continuità e validità della serie storica.

Complessivamente, non sembra possibile dedurre da queste serie una tendenza chiara dell'andamento secolare delle precipitazioni sulle due aree individuate; anzi, la maggioranza di esse paiono stazionarie. Si è quindi pensato di applicare ad esse il metodo già illustrato della rappresentazione in un grafico unico,

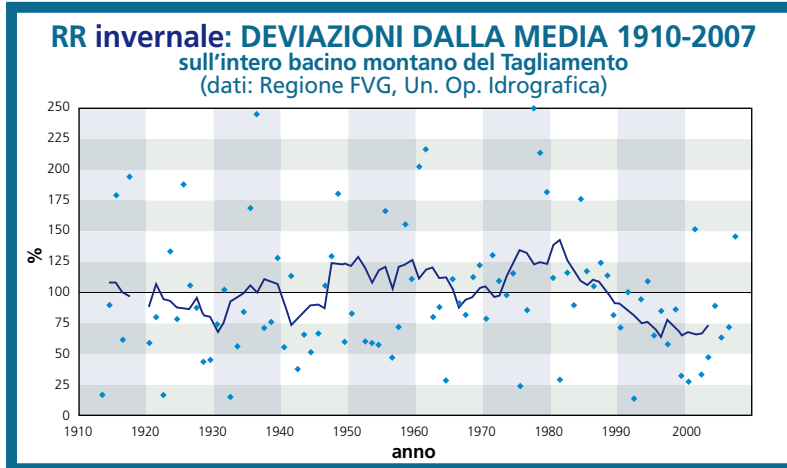


Fig. 11

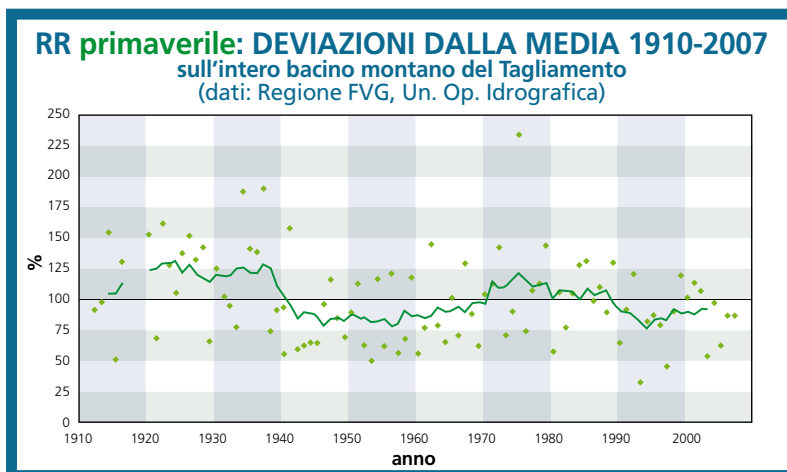


Fig. 12

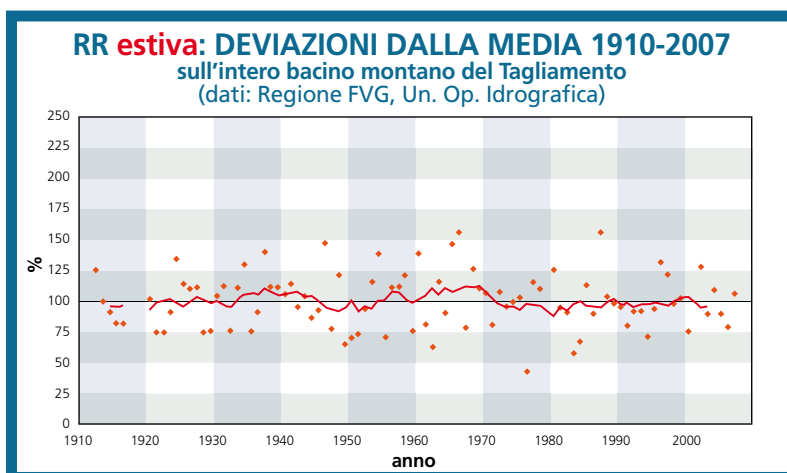


Fig. 13

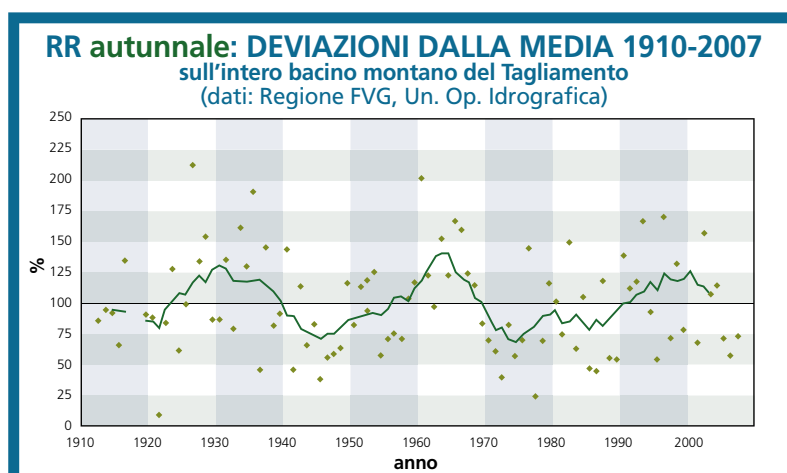


Fig. 14

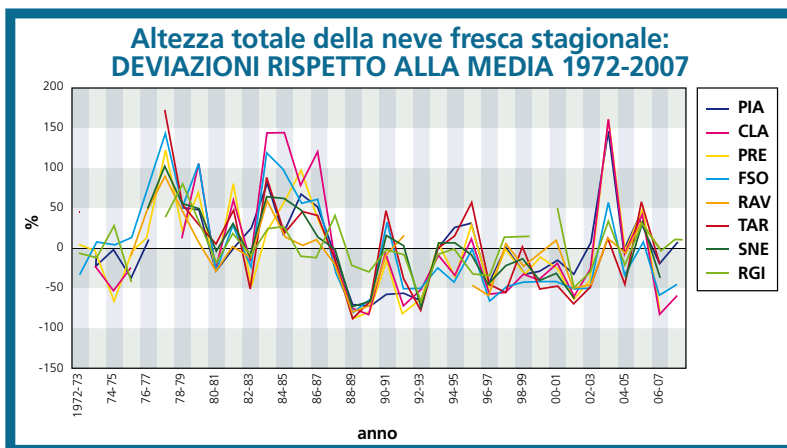


Fig. 15

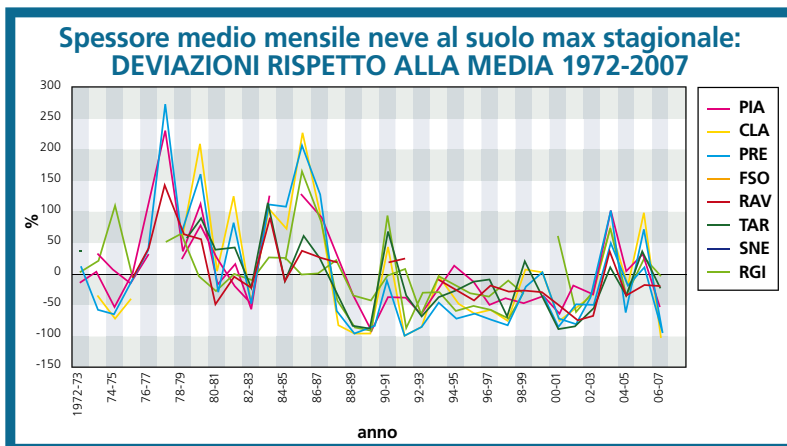


Fig. 16

ma separatamente per le quattro stagioni. È stata quindi calcolata per ciascuna stazione la deviazione relativa (in %) del totale stagionale di precipitazione rispetto alla media sull'intero periodo 1910-2007; questo valore è stato mediato su tutte le stazioni del bacino idrografico e poi plot-tato sul grafico, assieme alla sua media mobile su 9 anni.

I risultati sono che nel bacino montano del Tagliamento le precipitazioni in inverno (Figura 11) erano inferiori alla media nel periodo 1910-1945, superiori dal 1945 al 1985 e di nuovo inferiori successivamente. In primavera (Figura 12), invece, sono state relativamente abbondanti dal 1910 al 1940 circa, scarse dal 1940 al 1970, di nuovo un po' più abbondanti dal 1970 al 1990 e nuovamente più scarse dopo il 1990. Per l'estate (Figura 13) appare una situazione di sostanziale stabilità e anche di scarsa variabilità. In autunno (Figura 14) si rilevano delle oscillazioni regolari, con tre cicli, culminati in periodi umidi attorno al 1930, 1965 e 1998 e in periodi aridi attorno al 1920, 1945 e 1980 (quest'ultimo molto allargato).

Nella pianura friulana in sinistra Tagliamento (fra il fiume stesso e l'Isongo, grossomodo) l'inverno mostra dopo il 1990 valori di precipitazione ridotti, rispetto alla media, così come per gli anni prima del 1930; la primavera ha avuto un periodo umido fra il 1920 e il 1940, uno arido fra il 1940 e il 1960, poi un periodo nella norma e infine un nuovo periodo relativamente arido dopo il 1990. L'estate, a parte un picco fra il 1960 e il 1970, è risultata piuttosto stabile. L'autunno ha avuto su questa parte di pianura friulana un andamento secolare delle precipitazioni del tutto simile a quello registrato nel bacino montano del Tagliamento.

Va infine notato che nel caso delle precipitazioni, per le quali il parametro analizzato è la somma totale annua, in certi casi possono aver pesato molto nella determinazione di quel totale singoli episodi di pochi giorni particolarmente abbondanti, pur nel contesto di un'annata altrimenti non eccezionale.

Le peggiori alluvioni storicamente registrate in Friuli sono state provocate da episodi piovosi della durata di due gior-

ni; l'analisi dei valori massimi annuali del cumulo di pioggia su due giorni dal 1922 al 1995 per 9 stazioni dell'alto bacino del Tagliamento mostra una leggera diminuzione (-10% circa), sebbene con forti oscillazioni (dell'ordine del 100%) da un anno all'altro. Per la sola zona del Tolmezzino e Ampezzano la diminuzione nell'ottantennio 1922-2002 sembra ancora più marcata (-20% circa), in apparente contraddizione con la teoria che vorrebbe i cambiamenti climatici accompagnati da fenomeni più violenti. Tuttavia va evidenziata la medesima riserva statistica di cui sopra, legata alle forti oscillazioni interannuali; questo tipo di serie storiche meriterebbe una più approfondita analisi statistica, come dimostra anche il recente caso del novembre 2000, quando in vaste aree della regione, dalla pianura alle Prealpi, sono caduti quantitativi di precipitazione da 3 a 4 volte superiori alla media trentennale 1961-1990. Trarre conclusioni affrettate potrebbe quindi essere fuorviante.

Variazioni delle precipitazioni nevose e dello spessore della neve al suolo

Serie trentennale di 8 stazioni montane

Da ultimo, analizziamo similmente a quanto già fatto per le temperature e le precipitazioni anche alcune serie storiche di misure nivologiche messe a disposizione dall'Ufficio Valanghe del Servizio territorio montano e manutenzioni della Direzione centrale risorse agricole, naturali, forestali e montagna della Regione FVG.

I dati sono stati raccolti nel periodo 1972-2007 e sono state selezionate 8 stazioni che presentavano delle serie abbastanza complete (Piancavallo, Claut, Prescudin, Forni di Sopra, monte Zoncolan, Tarvisio, Sella Nevea, Rifugio Gilberti). I grafici mostrano le curve delle deviazioni relative annuali (in %) dal valor medio sull'intero periodo 1972-2007 dell'altezza totale della neve fresca e del massimo spessore medio mensile della neve al suolo (Figura 15 e Figura 16, rispettivamente; da notare la differenza di scala). Dalla loro analisi si ricava che negli anni '70 e per buona

parte degli anni '80 è nevicato molto, sebbene con un'interruzione a cavallo fra i due decenni, e corrispondentemente gli spessori di neve al suolo erano piuttosto consistenti. Alla fine degli anni '80 c'è stata una brusca riduzione della neve fresca caduta, solo in parte poi recuperata nel periodo fino al 2000; dopo il 2000 l'andamento è stato molto oscillante e alcune annate non sono state male, specie sulle zone occidentali (Prealpi Carniche in particolare). Gli spessori di neve al suolo, dopo l'analogo crollo alla fine degli anni '80, sono rimasti molto contenuti fino ai primi anni del nuovo millennio, quando due annate - ma solo due! - hanno fatto presagire una possibile interruzione del periodo negativo. È significativo notare che nelle stazioni delle Prealpi Carniche alle notevoli quantità di neve fresca ricevute in particolare nell'annata 2003-04 non sono corrisposti analoghi incre-

menti dello spessore della neve al suolo, forse anche a causa delle più elevate temperature.

CONCLUSIONI

In estrema sintesi, pur con tutte le incertezze del caso, in FVG le temperature nell'ultimo ventennio appaiono essere aumentate molto quasi dappertutto, in sintonia e ancor più di quanto avviene nel resto del mondo, in particolare quelle massime e quelle primaverili ed estive. Sembra altresì molto probabile che i valori che si registrano negli ultimi anni siano i più elevati da molti decenni, se non da vari secoli, a questa parte.

Per quanto concerne le precipitazioni, risulta invece ad oggi difficile trarre delle conclusioni su possibili tendenze in aumento o in diminuzione, al di là di qualche segnale apparentemente temporaneo o locale. A differenza del caso delle

temperature, le frequenti e anche ampie oscillazioni del regime pluviometrico del Friuli Venezia Giulia fanno sì che molto dipenda dalla lunghezza della serie storica che si considera.

I risultati ottenuti con questa prima semplice e superficiale analisi sono segnali a volte chiari e a volte contrastanti, che non possono che indurci ad applicare il principio di cautela e a continuare nel certosino ed incessante lavoro di raccolta di misure meteorologiche sempre della massima qualità, giorno dopo giorno, anno dopo anno, in modo da evitare un domani perplessità sulla validità delle serie storiche e consentire in futuro una sempre migliore conoscenza della realtà in cui viviamo.

È anche con questo impegno che l'OSMER gestisce la propria rete di stazioni meteorologiche, che ora per ora effettuano il monitoraggio del territorio regionale.

