

NEVOSITA'

ULTIMI 20 ANNI

Primi risultati dell'analisi della nevosità nel territorio italiano

M. Fazzini e L. Magagnini

Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Ferrara

A. Giuffrida e G. Frustaci

Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare,
UGM/CNMCA - Pratica di Mare, Roma

M. Di Lisciando

Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Camerino

M. Gaddo

PAT - Dipartimento Protezione
Civile e Tutela del Territorio
Ufficio Previsioni ed Organizzazione

Le serie storiche dei dati nivologici per alcune stazioni meteorologiche italiane sono state analizzate considerando una continuità e qualità accettabili di dati meteorologici. La serie di dati è quella del Servizio Meteorologico Italiano (UGM) e fa riferimento al periodo 1982 – 2004 per 20 stazioni. La Stazione slovena di Kredarica, posizionata sulle Alpi Giulie, è stata aggiunta per opportunità.

Lo studio è composto da due parti:

- analisi climatologia della neve durante gli ultimi 20 anni. In particolare sono stati analizzati, in relazione all'altitudine ed anche con parametri topo-geografici, l'altezza della neve fresca, i giorni con precipitazioni nevose (>1cm) e il numero di giorni di permanenza della neve al suolo;
- analisi delle tendenze stagionali per i medesimi parametri, con risultati spesso assolutamente inattesi, che evidenziano, a fronte di un calo generalizzato dei fenomeni nel sistema alpino e nell'Appennino settentrionale, aumenti della nevosità nei settori appenninici meridionali, specie in quello lucano.

INTRODUZIONE

Lo studio dei dati nivometrici nel territorio italiano è allo stato attuale qualitativamente soddisfacente solamente nelle aree alpine, dove numerosi studiosi del settore hanno evidenziato, attraverso accurate analisi, il comportamento spazio-temporale dei principali parametri coinvolti (Regione Piemonte, 1998, Fazzini e Gaddo, 2003, Mercalli, 2005, Valt et al, 2005), descrivendone le diversificazioni a scala regionale con modelli

ed equazioni che contribuiscono in maniera chiara e corretta alla caratterizzazione della catena montuosa più importante del Paese. A sud della linea del Po gli studi sono invece frammentari ed interessano principalmente le aree montuose all'interno della catena appenninica che presentano eccezionalità nivologiche stagionali o comunque piuttosto ricorrenti o nelle quali esistono problemi di instabilità del manto nevoso derivanti in primis dall'abbondante innevamento

(Fazzini et al, 1999, Fazzini, 2004; Fazzini et al, 2005, Pecci et al, 2005). Esimie ricerche di assoluto valore sono oramai piuttosto datate (es Mennella, 1973) e si riferiscono a periodi caratterizzati da un comportamento nivologico differente da quello evidenziatosi nell'ultimo ventennio. E' pertanto sembrato opportuno, in collaborazione con i colleghi del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, tentare un'analisi dei dati nivometrici disponibili presso la banca dati

IN ITALIA



Fig. 1

| CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE DELLE STAZIONI STUDIATE | | | | |
|---|-----------|----------------|--------------|---------------|
| STAZIONE | QUOTA SLM | POSIZIONE | LATITUDINE N | LONGITUDINE E |
| KREDARICA (Slovenia) | 2515 | VETTA | 46,37 | |
| SAN VALENTINO ALLA MUTA - BZ | 1474 | VALICO | 46,75 | 10,55 |
| DOBBIACO - BZ | 1218 | VALICO | 46,75 | 12,23 |
| PAGANELLA - TN | 2124 | VETTA | 46,14 | 11,08 |
| PASSO ROLLE - TN | 2004 | VALICO | 46,32 | 11,78 |
| TARVISIO - UD | 777 | VALLE STRETTA | 46,52 | 13,56 |
| MONTE CIMONE - MO | 2124 | VETTA | 44,2 | 10,8 |
| MONTE TERMINILLO - RI | 1875 | PENDIO E | 42,46 | 13 |
| MONTE SCURO - SILA - CS | 1714 | VETTA | 39,34 | 16,45 |
| BOLZANO | 245 | VALLE LARGA | 46,5 | 11,37 |
| TORINO CASELLE | 280 | PIANURA PEDEM. | 45,41 | 7,72 |
| BRICCOLE - TO | 710 | VETTA | 45,03 | 7,73 |
| MONDOVI' - CN | 559 | VETTA | 44,51 | 7,77 |
| PASSO DELLA CISA - MS | 1040 | VALICO | 44,43 | 9,93 |
| FRONTONE - PU | 574 | VETTA | 43,5 | 12,71 |
| RADICOFANI - SI | 918 | VETTA | 42,89 | 11,8 |
| PESCARA | 10 | COSTA | 42,62 | 14,33 |
| PRETURO - AQ | 670 | VALLE LARGA | 42,37 | 13,3 |
| MONTE SANT'ANGELO - FG | 847 | CRINALE | 41,7 | 15,95 |
| CAMPOBASSO | 807 | VETTA | 41,57 | 14,65 |
| GIOIA DEL COLLE - BA | 352 | PIANURA | 40,77 | 16,93 |
| POTENZA | 845 | CRINALE | 40,6 | 15,8 |
| LATRONICO - PZ | 992 | VETTA | 40,1 | 9,2 |
| PRIZZI - PA | 896 | VETTA | 40,08 | 16,02 |
| ENNA | 1035 | VETTA | 37,7 | 13,4 |
| FONNI - NU | 1001 | VETTA | 37,57 | 14,28 |

dello SMAM, relativamente all'intero territorio nazionale, per il periodo 1982-2004 - focalizzando maggiormente l'attenzione sulle stazioni di pianura del settentrione ed in generale sul settore centro-meridionale ed insulare dove, al contrario di quello che si possa credere, le precipitazioni nevose sono spesso equivalenti a quelle che si osservano, a parità di quota, nel settore alpino (Fazzini et al, 2005). Una fruttuosa collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato - Comando Truppe alpine di Bolzano - e Servizio Meteoromont di stanza a Roma, permetterà in un immediato futuro di disporre di preziosi e validi dati nivometrici e nivologici mediante i quali programmare accurate analisi statistiche di tali parametri anche laddove attualmente essi non sono soddisfacenti.

METODOLOGIA DELLA RICERCA

Si è tentato un approccio statistico ai dati nivologici del territorio nazionale tenendo presente che, per l'esiguo numero di serie

storiche disponibili (solamente ventisei con continuità soddisfacente dei rilevamenti nivometrici), oltretutto piuttosto limitate nel tempo (1982 - 2004), e non uniformemente distribuite da un punto di vista spazio-altitudinale, i risultati sarebbero potuti essere assolutamente insoddisfacenti o quantomeno poco attendibili. In tal senso la presente ricerca non pretende di diventare un trattato di climatologia della neve riferito all'intero territorio nazionale, né è stata finalizzata al calcolo di mappe della nevosità o ad una caratterizzazione puntuale dei parametri oggetto di studio, ma vuole piuttosto descrivere in maniera generale la distribuzione della fenomenologia, cercando di ricavare delle relazioni accettabili a macroscale tra neve e variabili geografiche. Occorre in primis sottolineare che il SMAM non compila modelli 1 o simili, come avviene presso le strutture afferenti all'AINEVA o al Corpo Forestale dello Stato, ma si limita alla misura dell'altezza della neve al suolo - che viene riportata nei messaggi a

cadenza giornaliera denominati SYREP; i fenomeni nevosi sono invece riportati mediante codifica alfa-numerica standard WMO attraverso i messaggi SYNOP con passo temporale triorario. In questi messaggi viene comunque riportato l'equivalente della neve in acqua misurato nelle tre ore precedenti il messaggio stesso. Non esiste quindi alcuna informazione relativa all'altezza della neve fresca misurata su una tavoletta, né altre informazioni sulla cristallografia o su altre proprietà fisiche - come ad esempio la densità del manto nevoso.

Per cercare di quantificare l'altezza della neve fresca nella maniera più precisa possibile sono state applicate due metodologie che, confrontate successivamente tra loro, hanno permesso di ricavare un dato sufficientemente preciso, anche se probabilmente caratterizzato da una lieve sottostima dei quantitativi totali.

Dai messaggi triorari SYNOP sono stati evidenziati tutti i casi nei quali appariva nella fenomenologia il codice relativo a cadute di neve (da 70 a 79 SN), è poi stato considerato l'equivalente della neve in acqua e infine è stato calcolato il presunto accumulo in 24 ore di neve fresca secondo l'ipotesi, peraltro sperimentalmente provata in occasione di numerosi eventi nevosi, secondo la quale in genere vale l'equivalenza:

- Con $T \leq -0,5^{\circ}\text{C}$ durante la nevicata 1 mm di acqua = 1 cm di neve fresca
- Con $0 \leq T \leq 1,5^{\circ}\text{C}$ durante la nevicata, 1 mm di acqua = 0,5 cm di neve fresca

L'ultima identità si spiega con il fatto che, specie alle quote basse, nel settore centro-meridionale ed insulare della penisola, con temperature relativamente elevate specialmente all'inizio

dell'evento nevoso, molta neve è soggetta a fusione al contatto con il suolo non innevato e solamente dopo il deposito di un primo strato di neve il manto si accumula con maggiore regolarità.

Contemporaneamente è stato calcolato l'accumulo di neve nelle 24 ore, ricorrendo alla semplice differenza tra la neve misurata appena prima dell'emissione del messaggio e quella presente nelle 24 ore precedenti. E' evidente che applicando tale rudimentale metodologia si ricorre in errori di sottostima determinati da numerosi fattori fisici, primi tra tutti la temperatura dell'aria, quella della neve e la sua densità.

Da queste misure sono stati ricavati ed elaborati i dati mensili relativi alla quantità mensile di neve caduta (H_n), al numero di giorni con nevicate ($H_n \geq 1 \text{ cm}$) e alla permanenza della neve al suolo. Le stazioni inizialmente considerate sono state 26, comprendenti le 9 stazioni di media ed alta montagna alpina ed appenninica (compresa quella slovena di Triglav-Kredarica, ubicata nella Alpi Giulie Orientali) nelle quali si hanno misure

nivometriche (cosa che non avviene ad esempio a Plateau Rosa per motivi inerenti la notevole ventosità) ed altre 17 stazioni, ubicate a quote inferiori ai 1000

metri, caratterizzanti la restante parte del territorio nazionale interessata dal fenomeno neve in modo significativo (vedi tabella fig. 1). Tra le stazioni selezionate



Fig. 2



per lo studio è stata considerata anche quella litoranea di Pescara, che consente di caratterizzare il fenomeno lungo il versante adriatico centro-meridionale, notoriamente interessato da fenomeni nevosi anche di notevole intensità, pur con una ricorrenza molto bassa (fig.1, 2, 3 e 4). Dopo un'ulteriore validazione ed omogeneizzazione dei dati disponi-

bili è stata eliminata la stazione di Passo Giovi (che presentava dati di discutibile veridicità) ed è stato effettuato uno studio mirato alla:

- Caratterizzazione della distribuzione spazio-altitudinale della nevosità e studio dei trend per ogni singola stazione;
- Caratterizzazione generale della nevosità in funzione di

parametri geografici a macro-scala (latitudine e longitudine) e scala locale (es. posizione della stazione sui pendii, crinali, vette o costa) secondo la metodologia applicata per le precipitazioni nevose da Fazzini (2001). Occorre infine evidenziare che, per meglio focalizzare gli obiettivi principali del presente lavoro - ovvero di tentare un'analisi della nevosità alle quote basse dell'Italia Peninsulare - nella discussione critica dei risultati inerenti i giorni con permanenza della neve al suolo e dei giorni con caduta di neve sono stati considerati esclusivamente i valori delle stazioni di rilevamento ubicate sotto i 1000 metri circa, escludendo quelli relativi agli ambienti di media-alta montagna alpina ed appenninica.

Fig. 3

| ALTEZZA MEDIA MENSILE ED ANNUA DELLA NEVE FRESCA E TENDENZA PERCENTUALE RELATIVA AL PERIODO 1982-2004 | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----------|-----------|
| I valori sono stati calcolati dalla somma delle differenze del manto nevoso in 24 ore | | | | | | | | | | | | |
| Tra parentesi sono riportati i valori calcolati considerando l'equivalente della neve in acqua | | | | | | | | | | | | |
| STAZIONI ALPINE | QUOTA | G | F | M | A | M | G | O | N | D | ANNO | TREND (%) |
| KREDARICA - SLO* | 2515 | 111 | 115 | 159 | 172 | 86 | 33 | 64 | 141 | 141 | 1037 | -1,5 |
| PAGANELLA | 2124 | 35 | 47 | 55 | 60 | 20 | 3 | 22 | 53 | 53 | 349 (367) | -1,9 |
| PASSO ROLLE | 2004 | 51 | 46 | 60 | 89 | 21 | 4 | 15 | 54 | 64 | 405 (432) | -1,5 |
| S. VALENTINO MUTA | 1474 | 21 | 31 | 16 | 11 | 2 | | 1 | 18 | 29 | 130 (143) | -2,7 |
| DOBBIACO | 1218 | 19 | 24 | 19 | 12 | 1 | | 2 | 19 | 27 | 124 (129) | -2,2 |
| TARVISIO | 777 | 23 | 34 | 18 | 13 | 1 | | | 14 | 29 | 132 (205) | -2,0 |
| BRICCOLE | 710 | 31 | 19 | 8 | 2 | 1 | | 0 | 4 | 10 | 74 (80) | -1,8 |
| MONDOVI' | 556 | 26 | 16 | 9 | 2 | | | | 4 | 11 | 68 (82) | 0,3 |
| BOLZANO | 265 | 13 | 12 | 3 | 1 | | | 1 | 4 | 18 | 52 (57) | -2,5 |
| STAZIONI APENNINICHE | QUOTA | G | F | M | A | M | G | O | N | D | ANNO | TREND (%) |
| MONTE CIMONE | 2165 | 59 | 54 | 45 | 63 | 17 | | 2 | 39 | 54 | 319 (337) | -3,3 |
| MONTE TERMINILLO | 1875 | 39 | 70 | 56 | 45 | 2 | | | 3 | 44 | 260 (272) | -1,5 |
| MONTE SCURO | 1714 | 54 | 59 | 50 | 28 | 4 | | | 7 | 59 | 261 (303) | -0,1 |
| PRIZZI | 1035 | 5 | 6 | 6 | 1 | | | | 1 | 4 | 23 (29) | -3,9 |
| ENNA | 1001 | 3 | 16 | 2 | | | | | | 2 | 23 (30) | -11,1 |
| FONNI | 992 | 12 | 27 | 9 | 8 | | | | 1 | 23 | 80 (91) | -8,0 |
| RADICOFANI | 918 | 5 | 17 | 6 | 2 | 1 | | | 1 | 5 | 36 (44) | -0,4 |
| LATRONICO | 896 | 6 | 11 | 7 | 1 | | | | 1 | 3 | 29 (37) | 5,9 |
| M.TE SANT'ANGELO | 847 | 16 | 12 | 8 | 1 | | | | 2 | 7 | 46 (65) | 6,7 |
| POTENZA | 845 | 6 | 13 | 5 | 4 | | | 1 | 2 | 9 | 39 (51) | 4,2 |
| CAMPOBASSO | 807 | 17 | 16 | 13 | 4 | | | 1 | 3 | 16 | 70 (88) | 2,4 |
| PRETURO | 675 | 9 | 13 | 6 | 2 | | | | 1 | 9 | 39 (56) | -7,7 |
| FRONTONE | 574 | 10 | 13 | 5 | 1 | | | | 4 | 7 | 41 (54) | -0,5 |
| GIOIA DEL COLLE | 352 | 3 | 3 | 1 | 1 | | | | | 1 | 9 (15) | 1,7 |
| PESCARA | 10 | 6 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 2 | 4 | 17 (22) | -4,3 |

ANALISI SPAZIALE DEI PARAMETRI NIVOLOGICI

Come già evidenziato precedentemente, la relativa scarsità di dati impone una notevole prudenza nell'analisi critica dei risultati. Esaminando innanzitutto le eventuali differenze tra i valori ricavati come semplici differenze tra altezze della neve in 24 ore e equivalente della neve in acqua, si evince chiaramente che in tutte le stazioni il secondo dato è sempre superiore al primo - afflitto da sicura sottostima - per cui si può affermare con sufficiente sicurezza che, in assenza di studi finalizzati al calcolo della densità media del manto nevoso nell'intero territorio nazionale, l'equivalenza 1 cm di neve - 1 mm di acqua per temperature non particolarmente basse risulta complessivamente valida, così come sembrerebbe risultare adeguata una densità media ipotizzata di circa 150 kg/m³ (peraltro spesso ricavata da misure su campo) per nevi che

Fig. 4

| NUMERO MEDIO MENSILE ED ANNUO DI GIORNI NEVOSI E TREND VENTENNALE | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| STAZIONE | G | F | M | A | M | O | N | D | TOT | TREND |
| BOLZANO | 1,529 | 0,882 | 0,117 | 0 | 0 | 0 | 0,125 | 0,812 | 3,222 | -0,282 |
| TORINO CASELLE | 1,529 | 1,47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,552 | 1,157 | 3,735 | -0,267 |
| BRICCOLE | 2,909 | 2,478 | 1,086 | 0,347 | 0 | 0,09 | 0,681 | 1,909 | 9,26 | -0,195 |
| MONDOVI' | 3,21 | 2,157 | 0,947 | 0,368 | 0 | 0 | 0,833 | 1,777 | 7,565 | 0,009 |
| PASSO CISA | 3,565 | 3,695 | 3,086 | 1,391 | 0,173 | 0,136 | 1,363 | 3,736 | 16,434 | -0,16 |
| FRONTONE | 1,434 | 1,478 | 0,913 | 0,13 | 0 | 0 | 0,409 | 1,318 | 5,608 | 0,021 |
| RADICOFANI | 0,772 | 1,304 | 0,869 | 0,043 | 0,043 | 0 | 0,238 | 0,666 | 3,826 | -0,127 |
| PESCARA | 0,21 | 0,157 | 0,052 | 0 | 0 | 0,111 | 0 | 0,111 | 0,631 | -0,047 |
| PRETURO | 1,388 | 1,611 | 1,055 | 0,235 | 0 | 0 | 0,352 | 1,777 | 6,052 | -0,275 |
| MONTE SANT'ANGELO | 1,478 | 1,869 | 1,13 | 0,173 | 0 | 0 | 0,272 | 0,863 | 5,739 | 0,365 |
| CAMPOBASSO | 1,954 | 2,59 | 1,818 | 0,227 | 0 | 0,045 | 0,5 | 2,09 | 8,826 | -0,118 |
| GIOIA del COLLE | 0,391 | 0,695 | 0,173 | 0,043 | 0 | 0 | 0,045 | 0,227 | 1,565 | 0,112 |
| POTENZA | 1,238 | 2,285 | 1,38 | 0,142 | 0 | 0,047 | 0,476 | 1,19 | 6,761 | 0,13 |
| LATRONICO | 0,608 | 1,13 | 0,739 | 0,086 | 0 | 0 | 0,09 | 0,681 | 3,304 | 0,261 |
| PRIZZI | 1 | 1,304 | 0,913 | 0,13 | 0 | 0 | 0,086 | 0,652 | 4,086 | -0,113 |
| ENNA | 0,565 | 0,869 | 0,608 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,428 | 2,434 | 0,068 |
| FONNI | 0,826 | 1,434 | 0,826 | 0,086 | 0 | 0 | 0,045 | 0,818 | 4 | -0,08 |

cadono a temperature superiori al punto di fusione. Si ha del resto la conferma che i valori ricavati dall'equivalente della neve in acqua siano molto vicini alla realtà considerando gli apporti medi relativi allo stesso periodo per alcune stazioni nivo-meteorologiche manuali appartenenti alle reti gestite dagli uffici valanghe delle regioni e delle province ubicate nell'area alpina (Fazzini e Gaddo, 2003; Valt et al, 2005). Di conseguenza è possibile affermare che, in generale, valori di neve fresca ricavati dalle differenza nell'altezza della neve misurata ogni 24 ore, comportano una sottostima del 5-10% con innevamento significativo, valore che si eleva sino al 15-20% in aree caratterizzate da scarsa o effimera nevosità.

Risulta evidente come gli scarti percentuali tra le due misure siano proporzionalmente maggiori man mano che ci si sposta verso il meridione dell'Italia (ove essi sfiorano anche il 50%). Tuttavia, ad essere più critici nell'analisi del dato, ci si rende conto che a condizionare le differenti misure è la quantità media della neve fresca che cade. In pratica, laddove, come appena detto, il fenomeno è effimero ed i quantitativi medi molto esigui, le rare nevicate possono verificarsi con differenti situazioni sinottiche e differenti temperature, il che comporta un'altrettanto differente velocità di assestamento del manto nevoso in 24 ore o, meglio ancora, notevoli differenze nella densità della neve fresca per i differenti episodi verificatisi. In tal senso, in tutte le località di collina o di bassa montagna ubicate al di sotto della linea Roma - Promontorio del Gargano - come successivamente dimostrato dal numero di giorni nevosi - può accadere che non nevichi per diversi anni ed un episodio nevoso signifi-

cativo può incidere in maniera abnorme sulla quantificazione dei parametri nivologici, sino a modificare il regime nivometrico dell'area. Considerando i quantitativi medi annui - da non confondere con quelli medi stagionali che spesso vengono riportati in studi di climatologia della neve - si evidenziano differenze più o meno notevoli sia all'interno della stessa catena alpina che confrontando i valori con quelli della catena appenninica. In tal senso, se si esclude l'importante nevosità media della stazione di vetta di Kredarica (determinata dalla notevole quota e dall'esposizione del massiccio montuoso alle correnti di scirocco che arrivano dal vicino Adriatico) - che peraltro si ritrova in alcune aree montuose fisicamente



RELAZIONE NEVE FRESCA-QUOTA PER IL SETTORE APPENNINICO DEL TERRITORIO ITALIANO

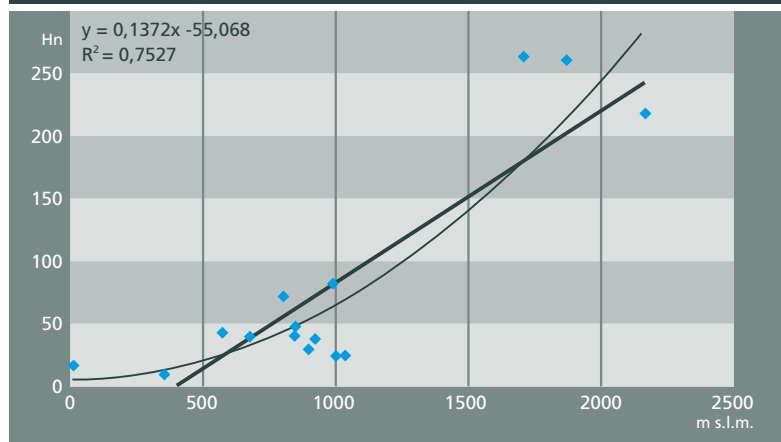


Fig. 5a

RELAZIONE NEVE FRESCA-QUOTA PER IL SETTORE ALPINO DEL TERRITORIO ITALIANO

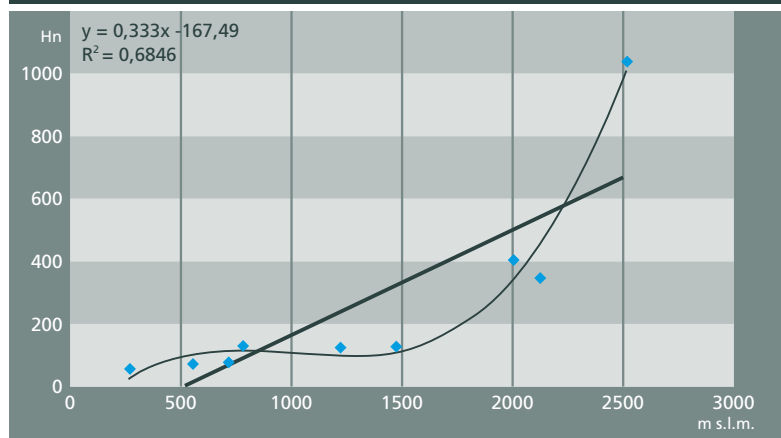


Fig. 5b

NUMERO MEDIO MENSILE ED ANNUO DI GIORNI CON NEVE AL SUOLO E TREND VENTENNALE

| QUOTA | G | F | M | A | M | O | N | D | TOT | TREND |
|-------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| BOLZANO | 6,882 | 3,235 | 0,235 | 0 | 0 | 0 | 0,125 | 4,687 | 14,055 | -0,732 |
| TORINO CASELLE | 1,941 | 0,937 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,166 | 0,333 | 3,562 | -0,883 |
| BRICCOLE | 11,863 | 9,347 | 5,26 | 0,521 | 0 | 0,09 | 1,454 | 5,909 | 33,608 | -0,603 |
| MONDOVI' | 13,526 | 8,631 | 5,421 | 0,631 | 0 | 0 | 1,722 | 6,166 | 35,684 | -0,664 |
| PASSO CISA | 14,173 | 14,782 | 13,826 | 4,521 | 0,173 | 0,227 | 3,181 | 9,909 | 60,217 | -1,558 |
| FRONTONE | 4 | 3,956 | 1,913 | 0,26 | 0 | 0 | 0,818 | 2,681 | 13,478 | -0,066 |
| RADICOFANI | 2,13 | 2,043 | 1,521 | 0,181 | 0,045 | 0 | 0,523 | 0,857 | 7,173 | -0,388 |
| PESCARA | 0,684 | 0,157 | 0,263 | 0 | 0 | 0,222 | 0 | 0,333 | 1,347 | -0,17 |
| PRETURO | 4,222 | 3,666 | 1,833 | 0,294 | 0 | 0 | 1 | 3,833 | 14 | -0,85 |
| MONTE SANT'ANGELO | 3,086 | 3,391 | 1,956 | 0,434 | 0 | 0 | 0,227 | 2 | 11 | 0,786 |
| CAMPOBASSO | 4,739 | 4,695 | 3,173 | 0,478 | 0 | 0,045 | 0,818 | 4,727 | 18,434 | 0,156 |
| GIOIA DEL COLLE | 0,782 | 1,043 | 0,304 | 0,043 | 0 | 0 | 0,045 | 0,363 | 2,565 | 0,138 |
| POTENZA | 2,454 | 3,904 | 2,095 | 0,523 | 0 | 0,05 | 0,6 | 2,65 | 12,238 | 0,137 |
| LATRONICO | 1,304 | 2,521 | 1,391 | 0,26 | 0 | 0 | 0,09 | 0,909 | 6,434 | 0,525 |
| PRIZZI | 1,782 | 1,826 | 1,086 | 0,13 | 0 | 0 | 0,09 | 1,136 | 6 | -0,292 |
| ENNA | 0,739 | 1,304 | 0,826 | 0,043 | 0 | 0 | 0 | 0,571 | 3,434 | 0,085 |
| FONNI | 1,826 | 2,565 | 1,565 | 0,086 | 0 | 0 | 0,045 | 1 | 7,043 | -0,195 |

Fig. 6



appartenenti all'Italia e situate in posizioni morfologiche simili (San Gottardo, 2105 m, Gran San Bernardo, 2473 m), si può affermare che intorno ai 2000 metri cadono tra i 350 ed i 600 cm sul settore alpino e tra i 250 ed i 400 cm su quello appenninico. Intor-

no ai 1000 metri i valori scemano rispettivamente sui 180-400 cm nel settore alpino e tra i 90 ed i 220 cm in quello appenninico. Risulta dunque evidente come le variabili geografiche e morfologiche a meso- microscala concorrano a creare notevolissi-

me differenze di nevosità anche in aree molto vicine tra di loro, pur ubicate alla stessa quota. In particolare, nel settore alpino le variabili più rappresentative nella spiegazione della distribuzione della nevosità risultano essere la distanza dal mare, l'esposizione dei rilievi e delle sottostanti valli rispetto ai flussi perturbati meridionali e ancor più la posizione "continentale" di certi siti (come ad esempio quelli delle valli interne altoatesine) che si trovano in posizione di "snow shadow" nei confronti dei suddetti fronti perturbati (Bisci et al, 2000; Fazzini, 2001, Fazzini et al, 2002). Per ciò che concerne la catena appenninica si conferma la differente nevosità tra il versante adriatico - decisamente più nevoso perché più freddo e maggiormente esposto ai flussi di aria instabile provenienti da nord e da est - e quello tirrenico più esposto alle correnti mediterranee calde ed umide (Mennella, 1967, Fazzini et al, 2005). Il gradiente nivometrico medio varia sensibilmente tra la catena alpina - ove risulta essere di circa 4 cm/100 metri - e quella appenninica, ove esso si eleva a circa 14 cm/100 m (fig. 5a e 5b). Risulta poi evidente come nella catena appenninica i quantitativi divengano molto abbondanti oltre i 1500 metri di quota. In entrambi i casi comunque i dati sono statisticamente relativamente rappresentativi (coefficienti di determinazione di 0,75 e di 0,68) - in quanto ricavati su un campione statistico di poche stazioni, complessivamente non sufficientemente rappresentative di catene montuose molto estese e complesse come quelle alpina ed appenninica. L'analisi della distribuzione mensile delle nevicate - meglio nota come regime nivometrico - evidenzia un radicale cambiamento

all'aumentare della quota ed in particolare oltre i 1500-1800 metri: nelle aree collinari o nelle valli il regime risulta essere unimodale a massimo invernale, prevalentemente centrato in gennaio o in febbraio. Tale caratteristica è maggiormente evidente nelle località appenniniche centro-meridionali, nelle quali il regime meteorico presenta caratteri mediterranei, caratterizzato da un massimo di precipitazioni nel periodo più freddo dell'anno (Regione Piemonte, 1998; Fazzini, 2004). Al di sopra di tale quota, ed in particolare nella catena alpina, il regime diviene bimodale con due massimi ubicati in dicembre ed in marzo o aprile. Oltre i 2200-2400 metri, sulle Alpi i mesi primaverili divengono quelli più nevosi (regime unimodale primaverile) in virtù della ripresa delle precipitazioni dopo il minimo invernale e delle temperature ancora sufficientemente basse da provocare precipitazioni solide.

Relativamente alla nevosità, risulta evidente (tabella di fig. 4) come la frequenza di giorni nevosi decresca, a parità di quota, molto uniformemente al diminuire della latitudine, oscillando da 7 gg/anno della pianura padana occidentale (Mondovì) a meno di un giorno all'anno lungo la costa adriatica, sino ad arrivare ad un giorno ogni 5-6 anni delle aree basso collinari insulari. Notevole risulta la nevosità del settore settentrionale dell'Appennino ed in generale di tutto il versante adriatico della dorsale stessa. E' comunque risaputo come nelle aree peninsulari della penisola vi siano forti scarti tra annate successive; oltretutto, da un punto di vista sinottico, ed almeno relativamente all'ultimo quinquennio, appare statisticamente evidente come vi sia un aumento della frequenza delle "discese" del

Vortice Polare verso il Mediterraneo - susseguente a situazioni bariche di NAO negativa - fenomeno che si manifesta mediante avvezioni di aria artica marittima e/o continentale che determinano estese cadute di neve soprattutto sul versante adriatico della penisola, dalle Marche sino all'Appennino lucano e calabro, oltre che sull'Appennino ligure e sulle Alpi Marittime.

Per ciò che concerne la permanenza della neve al suolo (tabella di Fig. 6) risulta evidente come i valori decrescano al calare della quota e della latitudine, ma soprattutto risentano di fattori relativi alla "continentalità" - come la distanza dal mare e la vicinanza di gruppi montuosi organizzati e con quote medie piuttosto elevate - che favoriscono, grazie alle temperature mediamente più basse, un calo della quota delle nevicate e un successivo migliore mantenimento del manto nevoso al suolo. A smentire parzialmente tale affermazione accade frequentemente nell'area peninsulare meridionale ed insulare che, dopo nevicate significative, si instaurino correnti meridionali che producono una subitanea fusione del manto nevoso, specie nelle aree esterne dei gruppi montuosi, sino alle quote più elevate.

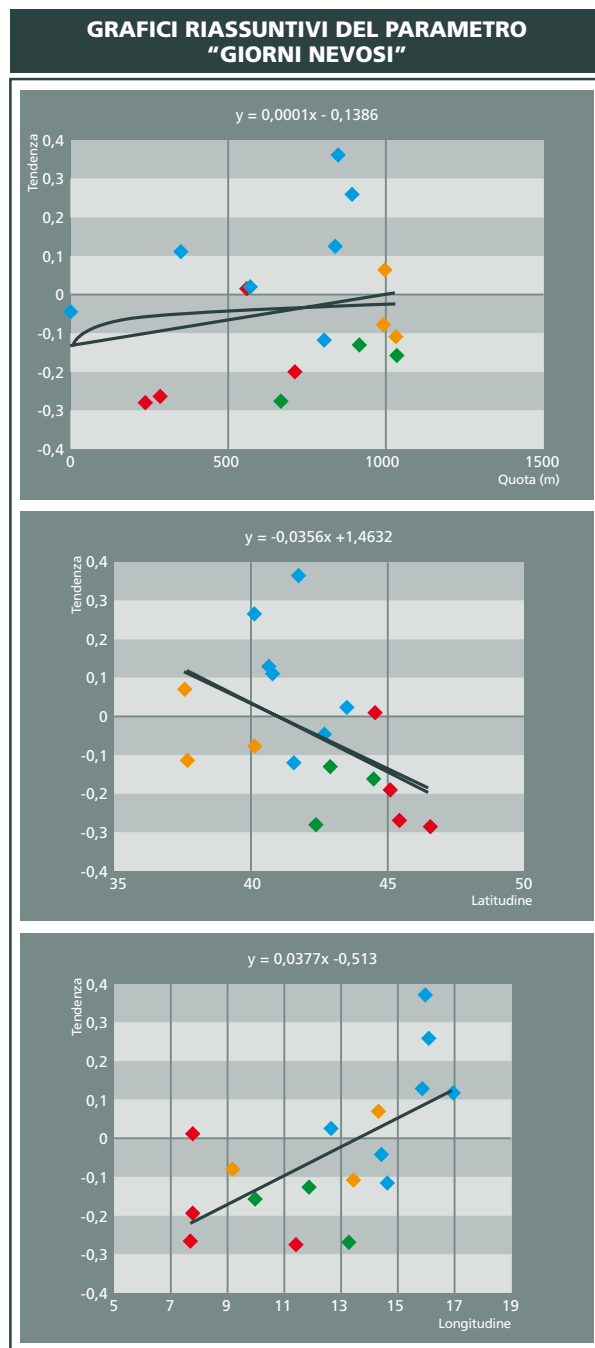


Fig. 7



GRAFICI RIASSUNTIVI DEL PARAMETRO "ALTEZZA NEVE FRESCA"

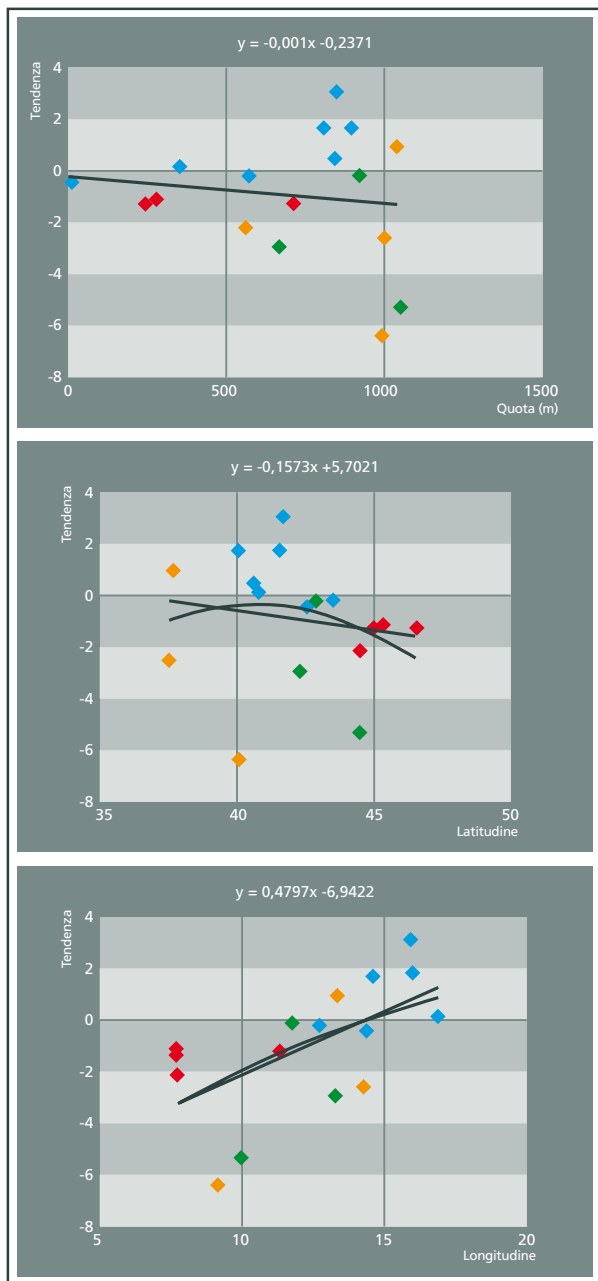


Fig. 8



ANALISI DELLE TENDENZE VENTENNALI

Relativamente alle tendenze del fenomeno, "quantizzato" nelle tabelle delle Figg. 3, 4 e 6, appaiono parzialmente confermate alcune "sensazioni" evidenti non solo tra i ricercatori ma soprattutto nell'opinione pubblica secondo le quali "una volta nevicava molto di più al nord" ed al sud la neve "si vedeva una volta ogni tanto ed ora ne viene quasi solamente laggiù.."

Considerando ad esempio i dati relativi all'altezza della neve fresca, appare evidente un differente tipo di segnale fra territorio alpino, nel quale si assiste ad un calo generalizzato - per ora complessivamente lieve - dei totali annui o stagionali e appenninico, ove si registrano situazioni discordanti, con cali anche sensibili della nevosità nelle aree insulari e nel settore settentrionale adriatico, comprese le aree pedappenniniche e pianeggianti, ai quali si affiancano segnali poco significativi nell'Appennino marchigiano ed abruzzese e si contrappongono aumenti locali, come nell'area calabrese, o generalizzati come nel dominio molisano-irpino-lucano. Occorre però ricordare nuovamente che nelle ultime stagioni, caratterizzate da una

sensibile variabilità sinottica, si osserva una consistente ripresa dei fenomeni, specie nel settore appenninico centro-meridionale in inverno e nell'arco alpino orientale in primavera.

Il numero di giorni nevosi mostra un segnale caratterizzato da una netta prevalenza delle tendenze a microscala, con scarti positivi e negativi estremamente variabili. In generale, è evidente un trend assolutamente negativo - proporzionalmente maggiore di quello che si osserva per i valori della neve fresca - al nord, ove oltretutto si ritrovano tendenze opposte anche a breve distanza (es Mondovì, tendenza lievemente positiva, e Briccole, tendenza negativa). Anche nella pianura padana le tendenze mostrano un calo della fenomenologia. Trends lievemente positivi, in accordo con quelli rilevati per i quantitativi di neve fresca al suolo, si osservano invece per alcune aree dell'Appennino centro-meridionale, ed in particolar modo per quello pugliese e lucano.

Queste evidenze possono essere ricollegate alla tendenza ad una certa "estremizzazione" dei fenomeni meteorici in tutte le stagioni, per cui a periodi più caldi e secchi rispetto alla media si interpongono ondate di freddo talora prolungate, con fenomeni

nevosi particolarmente intensi soprattutto in aree solitamente non interessate dalla meteo-
ra, come nelle aree collinari e pedemontane dell' Appennino meridionale.

Il numero di giorni con permanenza della neve al suolo mostra infine oscillazioni proporzionalmente maggiori di quelle relative ai parametri neve fresca e nevosità, con diminuzioni percentualmente maggiori alle quote più elevate: è lecito ipotizzare pertanto un legame con il comprovato aumento delle temperature medie, in particolare di quelle primaverili sul settore alpino centro-orientale. Il fenomeno è più evidente intorno ai 2000 metri.

Per tentare infine di comprendere se esistono eventuali relazioni tra le appena citate tendenze ventennali ed i parametri geografici a meso-macroscale come quota, latitudine e longitudine, sono stati costruiti alcuni specifici diagrammi cartesiani. E' opportuno precisare che la longitudine, pur non rappresentando la misura angolare di una distanza geograficamente rappresentativa (come ad esempio l'equatore per la latitudine), relativamente al territorio italiano dà indicazioni decisamente affidabili sulla "oceanicità" o sulla "continentalità" di un sito dato che, all'aumentare della longitudine, in media ci si allontana dal Mar Tirreno, avente caratteristiche climatiche "oceaniche", e ci si avvicina al Mare adriatico ed in generale alla Penisola Balcanica, caratterizzati da un clima "continentale".

Le stazioni di rilevamento sono state divise in quattro gruppi (cluster) in base alla loro posizione geografica: si sono distinte così stazioni situate sulle Alpi, sul crinale appenninico, sul versante adriatico e nelle due isole mag-



giori. Nei grafici riassuntivi (fig. 7) ogni gruppo è caratterizzato da un differente colore così da rendere più chiara la lettura del dato ricavato ed evidenziare eventuali disomogeneità anche all'interno di un singolo gruppo di dati: gli indici di color rosso rappresentano stazioni situate sulle Alpi; quelli verdi rappresentano stazioni situate sul crinale appenninico; quelli blu rappresentano stazioni situate nel versante adriatico; quelli arancio, infine, rappresentano stazioni situate nelle due isole maggiori.

Si è deciso di iniziare tale analisi affrontando dapprima il rapporto tra giorni nevosi e variabili geografiche (fig. 7).

Partendo dalla relazione Quota-Tendenza, si nota che al di sotto dell'interpolante di primo ordine sono posizionate sia le stazioni Alpine (in rosso) che quelle Appenniniche (in blu); pur avendo esse una maggiore nevosità a tutte le quote, presentano una generale ed evidente tendenza ad una diminuzione del fenomeno, in particolare alle quote più basse nel dominio alpino. Quasi tutte le stazioni situate sul versante adriatico si posizionano sopra la retta, cioè presentano incrementi significativi e sempre più elevati all'aumentare della quota. Le stazioni insulari sono quelle che più si avvicinano alla retta

di regressione. Il grafico Latitudine-Tendenza risulta essere molto rappresentativo: in primis è evidente come il calo della nevosità sia via via maggiore all'aumentare della latitudine: tale caratteristica si mantiene anche all'interno di ciascuno dei quattro "cluster" inerenti le diverse aree geografiche. In generale in tutte le aree la tendenza del fenomeno è decisamente negativa tranne che per le stazioni del versante adriatico, che mostrano un comportamento assolutamente caratterizzato da fattori non dipendenti dalla quota.

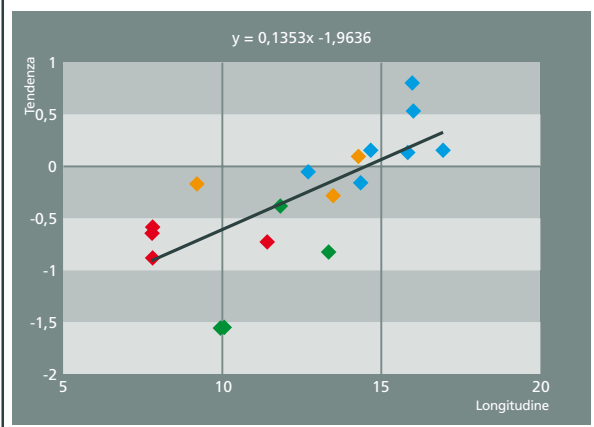
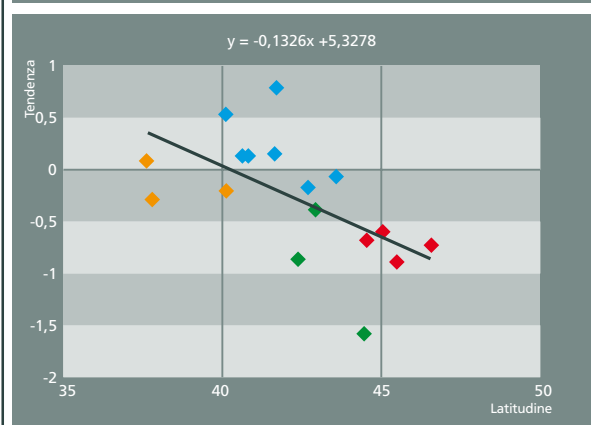
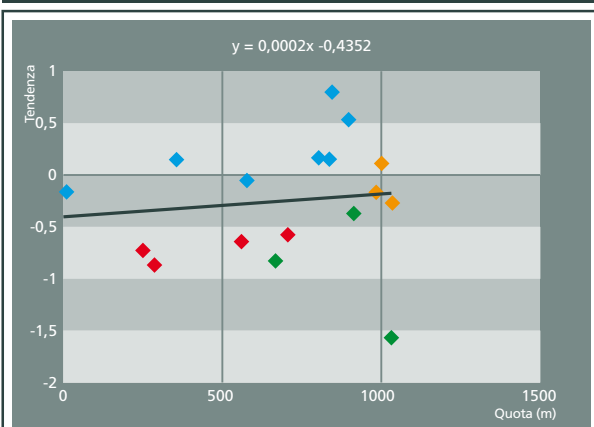
La longitudine sembrerebbe influire in maniera piuttosto evidente: in generale le stazioni ubicate più ad oriente mostrano, a tutte le quote, tendenze decisamente positive. In sostanza verrebbe confermata la sensazione secondo la quale la quota tende a nevicare più frequentemente lungo il versante adriatico e meno in quello tirrenico dell'Appennino, oltre che su tutta la catena alpina e sulla pianura padana.

Relativamente alla tendenza inerente l'altezza della neve fresca in relazione con la quota e con la latitudine (fig. 8), si osserva un segnale quanto mai caotico, dettato spesso dalle caratteristiche micro-mesoclimatiche; tuttavia traspare, come per la nevosità, una tendenza all'aumento del fenomeno nelle stazioni del



Fig. 9

**GRAFICI RIASSUNTIVI DEL PARAMETRO
"GIORNI CON COPERTURA NEVOSA DEL SUOLO"**



versante adriatico, alla quale si contrappone un calo più o meno generalizzato nelle stazioni alpine ed appenniniche. Le stazioni insulari mostrano comportamenti contrastanti.

E' inoltre importante sottolineare che esiste una relazione di tipo inversa tra quota e neve fresca, ovverosia le stazioni più elevate presentano un calo percentualmente maggiore rispetto a quelle collinari. Questo segnale, peraltro confermato nel sistema alpino, deve suonare come campanello d'allarme per gli operatori turistici che operano a quote oramai definibili "limite" per la pratica degli sports invernali: il ricorso a tecniche di innevamento artificiale sembra oramai fondamentale per la sopravvivenza dei comprensori sciistici. Dalla relazione tendenza neve fresca - longitudine risulta lampante che le aree più vicine al mare adriatico sono soggette ad una maggiore nevosità rispetto a quelle della restante porzione del territorio italiano e che comunque procedendo da ovest verso est i valori tendono a divenire da decisamente negativi a decisamente positivi. Analizzando infine i rapporti tra variabili topografiche e permanenza della neve al suolo (Fig. 9) si evidenzia ovviamente che

i siti in cui la neve persiste maggiormente al suolo sono quelli situate alle quote più elevate. Esaminando dettagliatamente il grafico corrispondente, si osserva che le tendenze sono qualitativamente meno significative, vale a dire che comunque in generale nevica meno e meno frequentemente, ma che la neve rimane al suolo per un periodo costante durante il ventennio di studio. Tuttavia le stazioni del versante adriatico mostrano ancora una volta tendenze costanti o lievemente positive mentre cali generalizzati si osservano lungo la dorsale appenninica interna e nell'area padano-alpina. Le stazioni insulari non hanno registrato negli ultimi ventidue anni particolari variazioni, mantenendo un andamento piuttosto costante, con tendenze prossime allo zero.

Altrettanto significativa è l'analisi del rapporto Latitudine-Tendenza: oltre il 42° parallelo tutte le stazioni mostrano una tendenza negativa, che si inasprisce nel dominio alpino ed in quello appenninico settentrionale, mentre medio e basso versante adriatico nonché i rilievi insulari mostrano, seppur lievi, tendenze positive. Diametralmente opposto è il segnale evidenziato dal rapporto con la longitudine: procedendo dal ovest verso est le tendenze divengono positive e caratterizzano praticamente tutte le stazioni collinari del versante adriatico, mentre un segnale costante interessa quelle insulari.

Si conferma la tendenza negativa del fenomeno nelle aree di crinale appenninico e nel dominio alpino-padano.

CONCLUSIONI

Il tentativo di "leggere ed interpretare" le vicende nivologiche nazionali relative all'ultimo ventennio mediante l'ausilio di una

serie di dati tanto validi qualitativamente quanto scarsi e mal distribuiti nel territorio nazionale deve servire come punto di partenza per future ricerche - che si auspica siano di tipo quantitativo e assolutamente applicative - ricorrendo all'enorme e preziosa quantità di dati in possesso di tutte le strutture pubbliche e private che operano, per varie vicissitudini, nel mondo della neve. Il completamento della rete meteorologica strategica attualmente in fieri da parte della Protezione Civile nazionale attraverso i Centri Funzionali regionali e provinciali, permetterà di contare su ulteriori dati derivanti da un monitoraggio completo e continuativo delle vicende climatiche che caratterizzano il territorio nazionale sui quali poter iniziare a costruire una banca dati efficiente, moderna e soprattutto omogenea.

Bibliografia Essenziale

- Bisci C, Dramis F. Fazzini M. & Gaddo M. (2000) : "Definition of geographical parameters describing the spatial distribution of temperature and rainfall in three sectors of the Italian Eastern Alps " ICAM 2000 - 26th International Conference on the Alpine Meteorology – Innsbruck – 11-15 september 2000 (CD ROM – session 5 -12 pp.)
- Fazzini M., Bisci C. & De Luca E (1999) : "Clima e neve sul massiccio del Gran Sasso" : in "Neve e Valanghe" AI.NE.VA – Trento – (36) Maggio 1999, 36-45
- Fazzini M. (2001) : "Analisi statistica delle caratteristiche pluvio-nivometriche dei rilievi del Triveneto anche tramite la modellizzazione topografica del territorio esaminato" Dottorato di Ricerca ined. XIII ciclo - Università di Perugia 2 vol, 443 pp
- M.Fazzini, C.Bisci, F.Dramis & G.Pambianchi (2002) – "Paramétrisation topo-géographique et situations météorologiques locales dans les Alpes orientales italiennes » in Applications de la climatologie aux échelles fines, XV colloque de l'AIC – Besancon, 25-29.
- M.Fazzini (2004) – "Les excès meteo-climatiques de l'année 2003 dans les grands massifs des Abrusses adriatique (Italie centrale) – in « Climat memoire du temps » XVII colloque de l'AIC – Caen, 157-161
- M.Fazzini, G.Frustaci e A.Giuffrida, (2005) – "Snowfall analysis over peninsular Italy in relationship to the different types of synoptic circulation: first results Croatian Meteo-rogical Journal – The 28th conference on Alpine Meteorology (ICAM-MAP),650-653
- M.Fazzini, D.Lanzarone, V.Romeo, M.Gaddo & P.Billi (2005) . "Inverno 2005 :le nevicate eccezionali sull' italia centrale – analisi meteo-climatica e nivologica dell'evento" Neve e Valanghe, AINEVA ed 55, 6-15
- Mennella C (1973) : Il clima d'Italia – Edart ed, 941 pp
- Mercalli L. (2005) - "Atlante climatico della Valle d'Aosta"
- Mauro Valt, Anselmo Cagnati, Andrea Crepez e Gianni Marigo (2005) -"L'andamento delle precipitazioni nevose sul versante meridionale delle Alpi – Neve e Valanghe, 56, AINEVA, 17-26.

