

e Neve Valanghe

n° 88 - agosto 2016

*Meteorologia alpina,
Glaciologia, Prevenzione
Sicurezza in montagna*



SPECIALE STAGIONE INVERNALE 2015-2016

- Il clima nell'inverno
- Il manto nevoso sulle Alpi
- Il manto nevoso sull'Appennino
- Eventi nevosi e valanghe
- La neve rossa
- Gli incidenti da valanga



**Indirizzi e numeri telefonici
dei Servizi Valanghe AINEVA
dell'Arco Alpino Italiano**

REGIONE PIEMONTE

ARPA Piemonte
Dipartimento Sistemi Previsionali
Via Pio VII 9 - 10135 Torino
Tel. 011 19681340 - fax 011 19681341
<http://www.arpa.piemonte.it>
e-mail: sistemi.previsionali@arpa.piemonte.it

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Assessorato Opere pubbliche, difesa
del suolo e edilizia residenziale pubblica
Direzione assetto idrogeologico dei bilanci montani
Ufficio neve e valanghe
Loc. Amérique 33/A - 11020 Quart (AO)
Tel. 0165 776600/1 - fax 0165 776804
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0165 776300
<http://www.regione.vda.it>
e-mail: u-valanghe@regione.vda.it

REGIONE LOMBARDIA

ARPA Lombardia
Settore Tutela delle Risorse e Rischii Naturali
U.O. Centro Nivometeorologico
Via Monte Confinale 9 - 23032 Bormio (SO)
Tel. 0342 914400 - Fax 0342 905133
Bollettino Nivometeorologico
<http://www.arpalombardia.it/meteo>
e-mail: nivometeo@arpalombardia.it

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Servizio prevenzione rischi
Ufficio previsioni e pianificazione
Via Vannetti 41 - 38122 Trento
Tel. 0461 494870 - Fax 0461 238305
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0461 238939
Self-fax 0461 237089
<http://www.meteotrentino.it>
e-mail: ufficio.previsioni@provincia.tn.it

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione
Valanghe e Servizio Meteorologico
Viale Druso, 116 - 39100 Bolzano
Tel. 0471 416140 - Fax 0471 416159
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0471 270555
Tel. 0471 271177 anche self fax
<http://www.provincia.bz.it/valanghe>
e-mail: Hydro@provincia.bz.it

REGIONE DEL VENETO

ARPA-Veneto Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat 5 - 32020 Arabba (BL)
Tel. 0436 755711 - Fax 0436 79319
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 049 8239399
<http://www.arpa.veneto.it>
e-mail: cva@arpa.veneto.it

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Direzione centrale risorse rurali, agroalimentari e forestali
Servizio del Corpo forestale regionale
Settore neve e valanghe
Via Sabbadini 31 - 33100 Udine
Tel. 0432 555877 - Fax 0432 485782
Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 800860377 (in voce e self fax)
<http://www.regione.fvg.it/asp/newvalanghe/welcome.asp>
e-mail: neve.valanghe@regione.fvg.it

REGIONE MARCHE

Dipartimento per le Politiche Integrate
di Sicurezza e Protezione Civile
Centro Funzionale Multirischi
per la Meteorologia e l'Idrologia
Via del Colle Ameno, 5 - 60126 Ancona
Tel. 071 8067743 - Fax 071 8067709
<http://protezionecivile.regione.marche.it>
e-mail: centrofunzionale@regione.marche.it

Sede AINEVA

Vicolo dell'Adige, 18
38122 Trento
Tel. 0461 230305 - Fax 0461 232225
<http://www.aineva.it>
e-mail: aineva@aineva.it

Gli utenti di "NEVE E VALANGHE":

- Sindaci dei Comuni Montani
- Comunità Montane
- Commissioni Locali Valanghe
- Prefetture montane
- Amministrazioni Province Montane
- Genii Civili
- Servizi Provinciali Agricoltura e Foreste
- Assessorati Reg./Provinciali Turismo
- APT delle località montane
- Sedi Regionali U.S.T.I.F.
- Sedi Provinciali A.N.A.S.
- Ministero della Protezione Civile
- Direzioni dei Parchi Nazionali
- Stazioni Sciistiche
- Scuole di Sci
- Club Alpino Italiano
- Scuole di Scialpinismo del CAI
- Delegazioni del Soccorso Alpino del CAI
- Collegi delle Guide Alpine
- Rilevatori di dati nivometeorologici
- Biblioteche Facoltà Univ. del settore
- Ordini professionali del settore
- Professionisti del settore italiani e stranieri
- Enti addetti ai bacini idroelettrici
- Redazioni di massmedia specializzati
- Aziende addette a: produzione della neve, sicurezza piste e impianti, costruzione attrezzature per il soccorso, operanti nel campo della protezione e prevenzione delle valanghe.



Rivista dell'AINEVA - ISSN 1120 - 0642
Aut. Trib. di Rovereto (TN)
N° 195/94NC
del 28/09/1994
Sped in abb. postale Gr. IV - 50%
Abbonamento annuo 2016: Euro 18,00
da versare sul c/c postale n. 14595383
intestato a: AINEVA
Vicolo dell'Adige, 18 - 38122 Trento

Direttore Responsabile

Anselmo CAGNATI
ARPA Veneto
Coordinamento redazionale:
ARPA Veneto

Comitato di redazione:

Luciano LIZZERO, Maria Cristina PROLA,
Mauro VALT, Giovanna BURELLI,
Elena BARBERA, Walter BEOZZO,
Stefano SOFIA, Alfredo PRAOLINI,
Fabio GHESER

Comitato scientifico editoriale:

Alberto TRENTI, Secondo BARBERO,
Daniele MORO, Maurizio FERRETTI,
Michela MUNARI, Giovanni PERETTI,
Valerio SEGOR

Segreteria di Redazione:

Vicolo dell'Adige, 18
38122 TRENTO
Tel. 0461/230305
Fax 0461/232225

Videoimpaginazione e grafica:

MOTTARELLA STUDIO GRAFICO
www.mottarella.com
Cosio Valtellino (SO)

Stampa:

LITOTIPOGRAFIA ALCIONE srl
Lavis (TN)

Referenze fotografiche:

Foto di copertina: Thierry Robert Luciani
*La Valfreda con il versante meridionale della catena
Ombretta-Ombrettolà (Dolomiti agordine)*

Stefano Pivot: 11, 81 (sotto)
Mauro Valt: 3, 80, 81 (sopra)
Efsio Siddi: 5

Se non diversamente specificato in didascalia, le
foto contenute negli articoli sono degli autori.

Hanno collaborato a questo numero:

Serena Mottarella, Stefania Del Barba,
Nadia Preghenella, Monica Rossi,
Igor Chiambretti, Enrico Filafarro.

Gli articoli e le note firmate esprimono
l'opinione dell'Autore e non impegnano
l'AINEVA.

I dati forniti dagli abbonati e dagli inserzionisti
vengono utilizzati esclusivamente per l'invio della
presente pubblicazione (D.Lgs. 30.06.2003 n.196).



4



10



22



26



60



74

4 IL CLIMA NEL CENTRO-NORD ITALIA NELL'INVERNO 2015-16

■ A cura del gruppo di lavoro ARCIS

10 EVOLUZIONE DEL MANTO NEVOSO SULLE ALPI

■ M. Valt, P. Cianfarra

22 IL MANTO NEVOSO SULL'APPENNINO

■ M. Valt, S. Sofia, P. Cianfarra

26 EVENTI NEVOSI E VALANGHE

28 - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia
29 - Regione del Veneto
33 - Provincia Autonoma di Trento
38 - Provincia Autonoma di Bolzano - Sudtirolo
43 - Regione Lombardia
48 - Regione Autonoma Valle d'Aosta
52 - Regione Piemonte
57 - Regione Marche

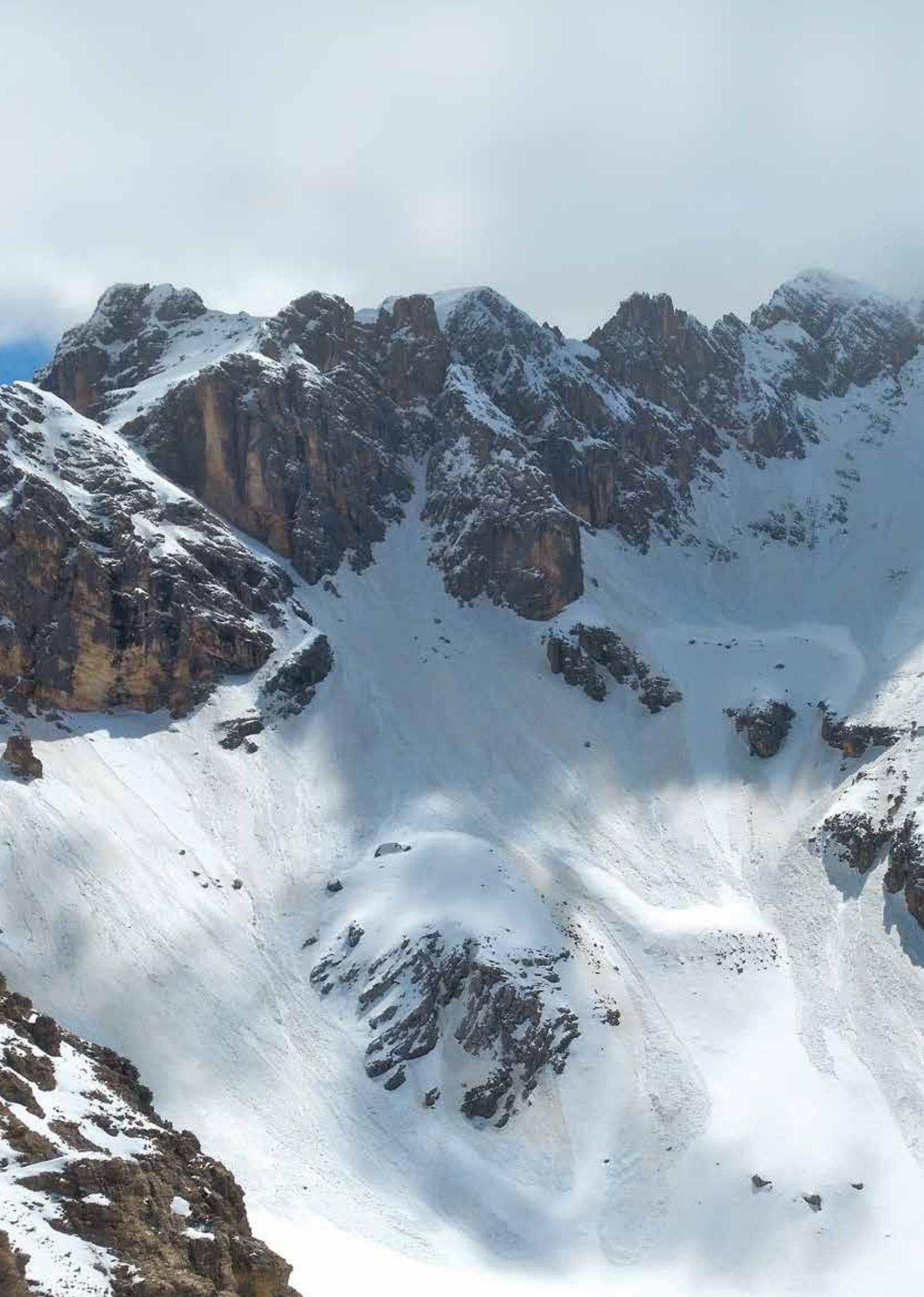
■ A cura dei Servizi Valanghe AINEVA

60 LA NEVE ROSSA

■ M. Valt, M.C. Prola

74 GLI INCIDENTI DA VALANGA

■ S. Pivot



Come di consueto il numero estivo di Neve e Valanghe è completamente dedicato all'andamento della stagione invernale passata. Anche se, dal punto di vista statistico, la stagione invernale 2015-2016, almeno sull'arco alpino, verrà archiviata come una stagione con un innevamento normale, dal punto di vista della percezione comune è apparsa invece come una stagione scarsamente nevosa. Ciò perché il tratto saliente che l'ha contraddistinta è stato una duplicità di decorso con una fase iniziale molto prolungata, che è durata fino a fine gennaio, caratterizzata da scarsità di precipitazioni nevose e temperature elevate e una fase successiva con una marcata nevosità. Per la prima volta su questa rivista, seppur con un data base limitato di dati, è stato possibile fare qualche considerazione anche sull'evoluzione del manto nevoso sugli Appennini dove, rispetto al periodo 2010-2015, l'innnevamento è risultato complessivamente inferiore alla media. Seppur il numero di vittime da valanghe sia stato inferiore alla media (15 rispetto a una media di 19), desta preoccupazione una tendenza confermata, negli ultimi anni, ad un aumento degli incidenti con numerosi travolti. Particolarmente significativo, a questo riguardo, l'incidente avvenuto sul Monte Nevoso (Riva di Tures) il 12.03.2016 che ha causato 6 vittime.

Anche se la stagione invernale 2015-2016 non è stata particolarmente rilevante dal punto di vista valanghivo, non sono mancati fenomeni nivometeorologici interessanti come ad esempio le deposizioni nevose caratterizzate da neve rossa che si sono manifestate con insolita frequenza sulle Alpi incidendo in maniera significativa sull'evoluzione e sulle condizioni di stabilità del manto nevoso.

Anselmo Cagnati
Direttore Responsabile

CLIMA nel CENTRO-NORD ITALIA nell'INVERNO 2015-2016

A cura del
Gruppo di Lavoro ArcIS



Archivio Climatologico
dell'Italia centro-settentrionale

info@arcis.it

La stagione invernale 2015-16 è stata una stagione dai due volti: inizialmente caratterizzata da importanti anomalie nella circolazione a larga scala, guidate da un episodio intenso di El Niño, che si sono concretizzate sul Centro-Nord Italia con temperature ben al di sopra della norma e precipitazioni scarse, intervallate da lunghi periodi siccitosi. Con l'arrivo del 2016, la situazione si è lentamente normalizzata e, complice un febbraio generalmente molto piovoso e un inizio di primavera freddo, le intense anomalie di inizio inverno fortunatamente non hanno avuto impatti pesanti né sulla ricarica degli acquiferi, né sulle attività turistiche invernali in montagna.



INTRODUZIONE

L'inverno appena trascorso ha riservato anomalie climatiche molto intense con temperature molto miti e ben superiori alla norma e precipitazioni che sono state perlopiù nella media solo grazie al contributo di un febbraio piovoso che ha fatto seguito ad un lungo periodo asciutto iniziato a fine ottobre e che si è protratto per oltre due mesi fino ai primi giorni di gennaio. Una situazione che ha creato qualche preoccupazione per i gestori delle risorse idriche a livello regionale e nazionale e per gli operatori turistici dell'area alpina.

La stagione è iniziata con significative anomalie della circolazione di larga scala, in parte connesse alla presenza di una marcata anomalia termica positiva alimentata anche da un episodio particolarmente pronunciato di El Niño sul Pacifico, che hanno portato sulle nostre regioni temperature ben al di sopra della

norma del periodo, soprattutto in quota, nonché una grave carenza di precipitazioni in particolare nella fase tardo autunnale e di inizio inverno quando dal punto di vista climatico sono attesi maggiori apporti di precipitazione.

L'inverno 2015-16 è iniziato decisamente in sordina: le valli alpine a fine dicembre avevano ancora un aspetto nettamente autunnale (vedi Figg. 5 a e b), con assenza di neve e temperature in quota molto miti. La mappa dell'anomalia del geopotenziale a 500 hPa per i mesi di novembre e dicembre 2015 è molto chiara: una netta anomalia di geopotenziale ha determinato condizioni di blocco atmosferico su tutte le nostre regioni a partire dal mese di novembre, riducendo drasticamente l'afflusso di aria umida dall'Atlantico e gli associati apporti pluviometrici e favorendo inoltre il verificarsi di inversioni termiche sulle regioni circostanti la pianura padana.

Queste condizioni anomale hanno iniziato lentamente a mitigarsi nel corso del mese di gennaio consentendo maggiori afflussi da ovest nord-ovest, per poi raggiungere valori nella norma invernale a febbraio, come si può vedere in Fig. 1b.

Analizzando in dettaglio i dati disponibili e le mappe ad alta risoluzione elaborate è possibile dedurre importanti considerazioni sull'andamento delle precipitazioni e delle temperature.

PRECIPITAZIONI

La Fig. 2 ci presenta le mappe dei totali di precipitazione sui 3 mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio, Fig. 2a) e il numero di giorni piovosi, con precipitazione giornaliera superiore a 0,8 mm, per i soli mesi di dicembre e gennaio (Fig. 2b). Come si può facilmente notare, nel corso dei primi due mesi, il numero di giorni piovosi su gran parte dell'arco alpino è stato molto basso, con totali di precipi-

Fig. 1a - Anomalia (in dam) di geopotenziale a 500 hPa per il mese di novembre e dicembre 2015 rispetto al clima 1981-2010. Dati: ECMWF, ERA-INTERIM.

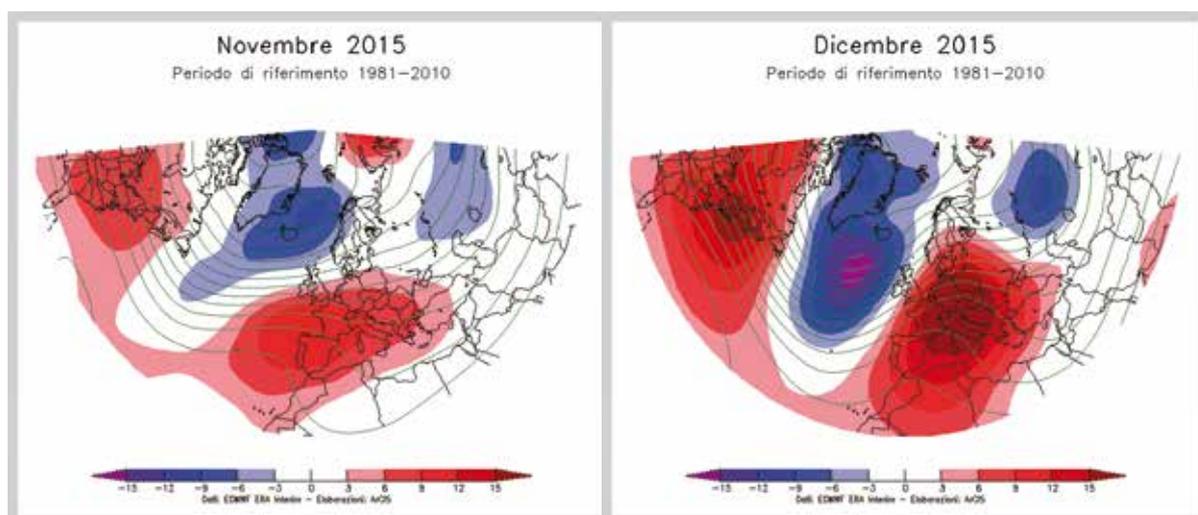
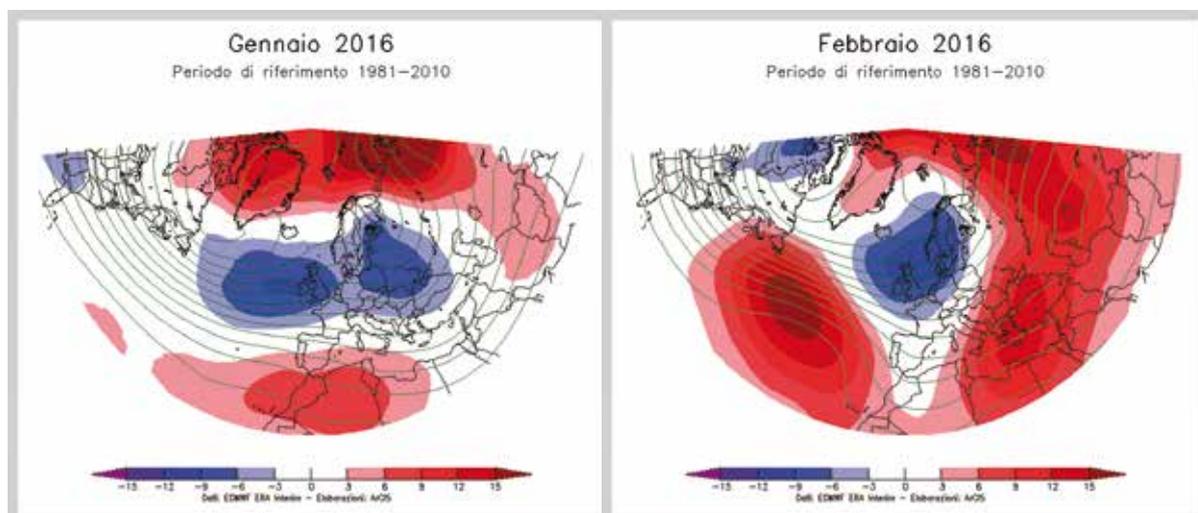


Fig. 1b - Anomalia (in dam) di geopotenziale a 500 hPa per il mese di gennaio e febbraio 2016 rispetto al clima 1981-2010. Dati: ECMWF, ERA-INTERIM.



tazione sullo stesso periodo che hanno registrato minimi nelle aree della pianura occidentale di pochi millimetri, raggiungendo i 10-15 millimetri solo sulle Alpi Cozie e Marittime. Condizioni che si sono verificate a seguito di un novembre ugualmente siccitoso, e che hanno creato grande allarme per il possibile verificarsi di una intensa siccità nel corso dei mesi seguenti. In Piemonte, ad esempio, a partire da fine ottobre non sono state registrate precipitazioni medie giornaliere superiori ai 5 mm per più di 100 giorni consecutivi. Questo lungo periodo siccitoso si è concluso solo a febbraio e rappresenta il 4° periodo siccitoso più lungo degli ultimi 60 anni.

Verso la metà del mese di gennaio le circolazione a larga scala è tornata in una configurazione più consona alla stagione invernale, riportando sulle nostre regioni i flussi umidi atlantici e, grazie ad un successivo mese di febbraio più piovoso e con temperature prossime al clima, i totali pluviometrici dell'inverno si sono assestati su valori meno estremi, come è possibile vedere dalla Fig. 2a.

Alla fine, i valori di precipitazione totale sull'area possono considerarsi in linea con le norme climatiche riferite al periodo 1961-90. Fanno tuttavia eccezione la Liguria orientale, l'alta Toscana e il Friuli, dove i totali pluviometrici invernali sono stati addirittura da 2 a 4 volte i valori climatologici di riferimento per la stagione invernale.

TEMPERATURE

Le intense anomalie di larga scala hanno avuto influenza anche sulle temperature. La Figura 3 presenta la serie temporale delle anomalie di temperatura media rispetto al periodo 1961-90 mediate sul Centro-Nord Italia. L'inverno appena trascorso è stato il più caldo della serie, lasciandosi alle spalle l'inverno del 2006-07, con una anomalia media di circa +3,5 °C. In Fig. 4, sono inserite le mappe del numero di giorni con gelo ($T_{\min} < 0$ °C) e la mappa di temperatura media stagionale. Dalla mappa del numero di giorni con gelo, si può notare come, nel corso

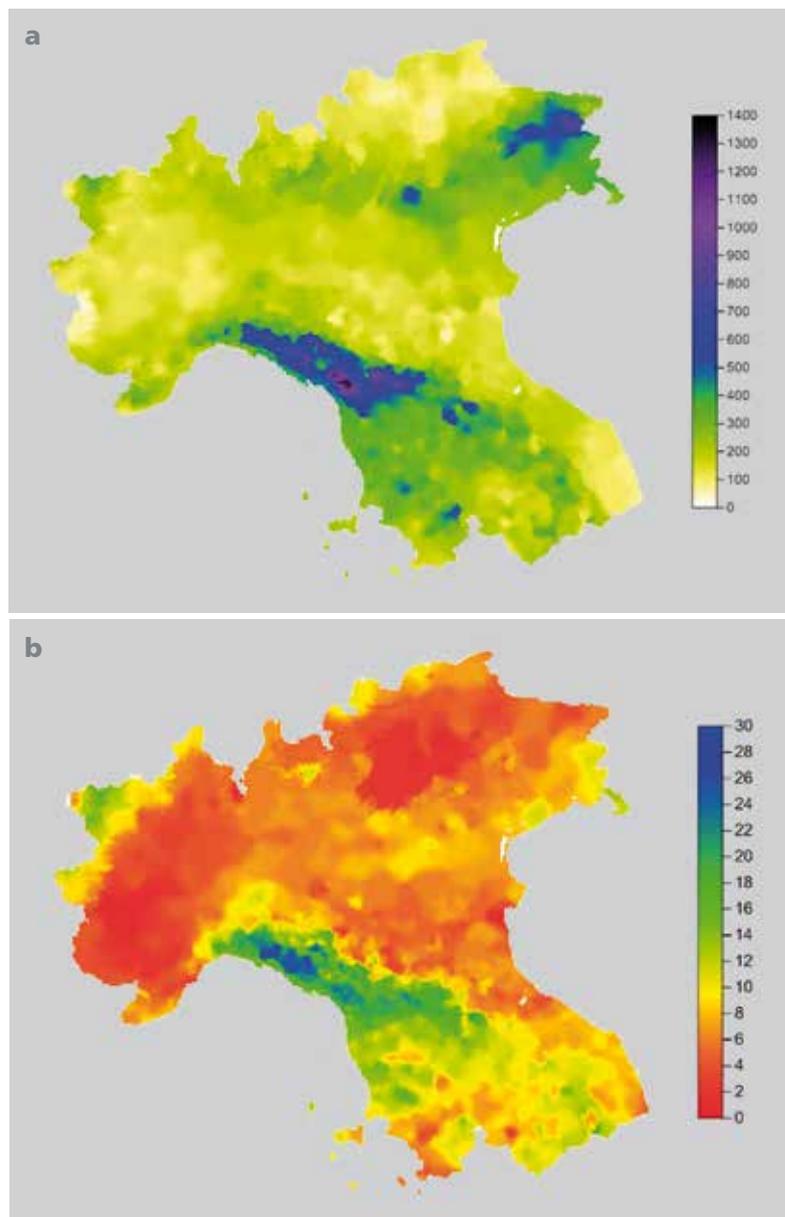


Fig. 2 - Mappe della precipitazione cumulata (mm) sulla stagione invernale 2015-16 (a) e del numero di giorni piovosi nei mesi di dicembre 2015 e gennaio 2016 (b).

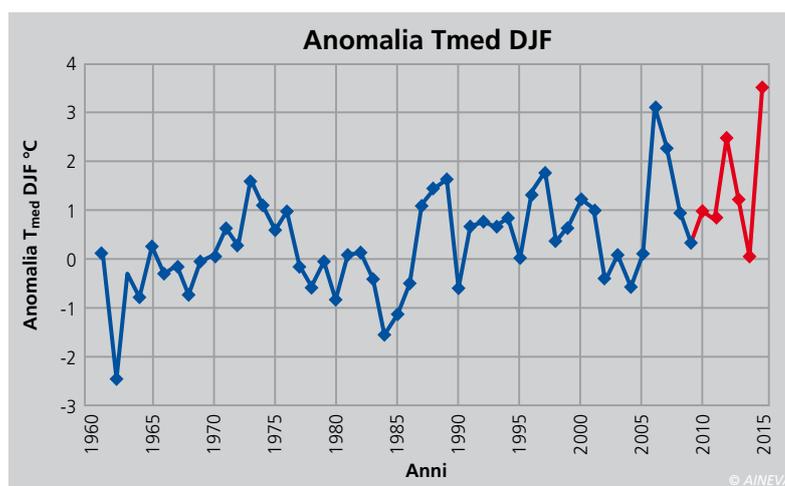
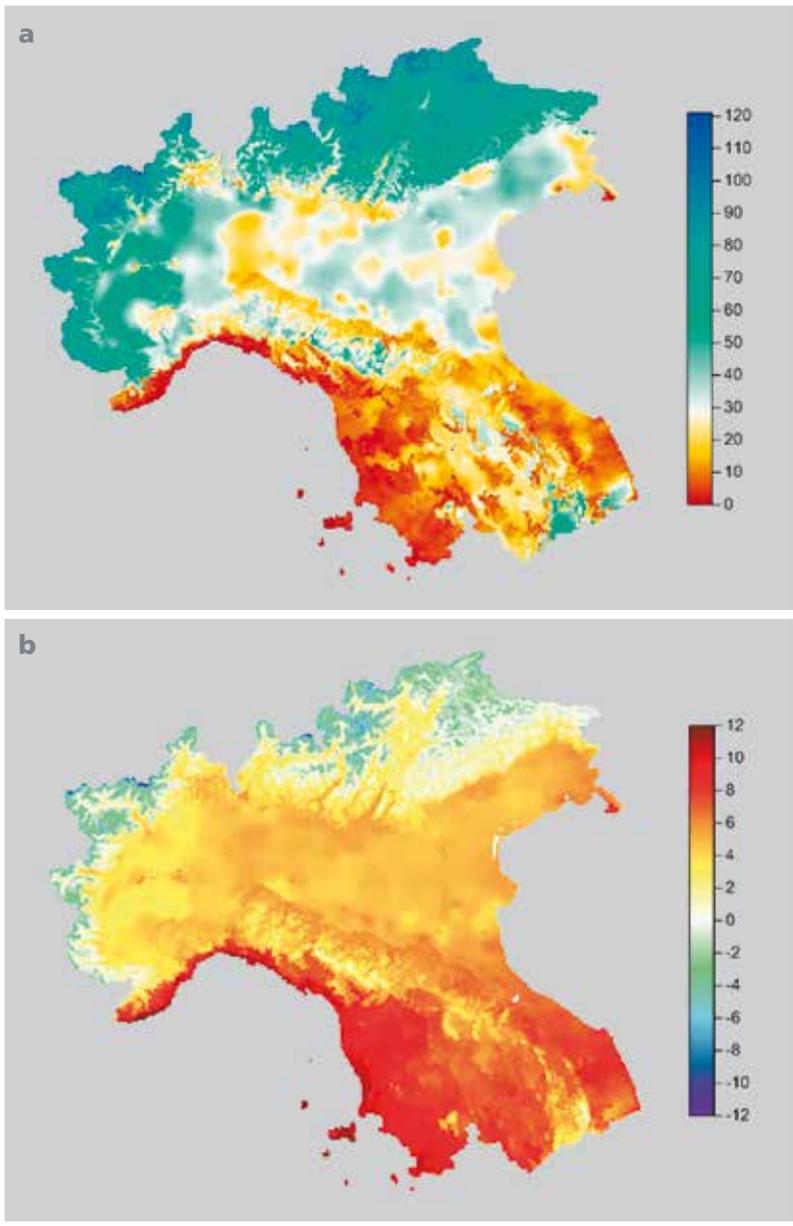


Fig. 3 - Serie temporale delle anomalie di temperatura media sul Centro-Nord Italia mediate sui mesi di dicembre, gennaio e febbraio. Anomalie rispetto al clima 1961-90.

dell'inverno, in gran parte delle aree tirreniche oltre alle Marche e a parte della Romagna, si sia osservato un esiguo numero di giorni con gelo. Le frequenti inversioni termiche hanno permesso che le anomalie

positive di temperatura fossero meno evidenti in Pianura Padana ma, come succede spesso in queste particolari condizioni, le aree più miti nella valle del Po sono state i primi tratti collinari. Le anomalie

Fig. 4 - Mappe del numero totale di giorni con gelo (a) e della temperatura media sui mesi invernali 2015-16. Temperature in °C (b).



positive più intense si sono registrate in quota dove i paesaggi di inizio inverno erano ancora nettamente autunnali, come si può vedere dalle Figg. 5a e 5b. Nella seconda parte della stagione invernale, le temperature sono tornate a valori prossimi alle norme climatiche, ciononostante, i valori medi sono rimasti ben al di sopra della norma, con massimi che, in pianura, sono andati dai 12 °C sulle coste tirreniche fino tra i 4 e 6 °C in Pianura Padana.

NEVE

Per quanto riguarda la copertura nevosa, l'inizio la stagione invernale 2015-16 è stata ampiamente sotto la norma, con paesaggi alpini più autunnali che invernali, come si può vedere dalle Figg. 5a e

5 b, tanto che nelle aree tirreniche si sono avuti anche cospicui anticipi fenologici, come testimoniato dalla mimosa in fiore in un giardino di Genova fotografata il giorno di Natale (Fig. 5c). A dicembre, le anomalie di copertura nevosa sono state ovunque negative e di consistente entità, ma più accentuate nella parte centro-orientale dell'arco alpino, mentre nella parte occidentale alcune nevicite di novembre hanno permesso, almeno, un parziale innevamento delle aree di confine con la Francia. A partire dai primi giorni di gennaio è cominciato a nevicare, talvolta e localmente anche abbondantemente soprattutto sui rilievi occidentali e, intorno a febbraio, l'estensione della copertura nevosa alpina è tornata complessivamente confrontabile





alla norma climatica, anche se lievemente inferiore. Durante tutto l'inverno, la quota della neve si è mantenuta ampiamente superiore al valore climatico a causa delle intense anomalie termiche già descritte. Un inizio di primavera abbastanza nevoso ha tuttavia contribuito a mantenere più a lungo un buon innevamento in montagna, prolungando la stagione sciistica nei siti più in quota fino a primavera.

Sulle Alpi occidentali, nel complesso i quantitativi stagionali intorno a 2000 m di quota sono risultati nella norma. Nel settore nord occidentale della Val d'Aosta sono stati rilevati circa 7 m di neve fresca e un po' meno di 6 m in media nel settore sud-orientale. Sui rilievi centrali, in Trentino, sono stati rilevati quasi 4 m di neve fresca, un valore comunque nella media degli ultimi 20 anni.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Meteo France, Meteo Swiss, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) e National Meteorological Service of Slovenia per aver gentilmente messo a disposizione i dati giornalieri di precipitazione e temperatura giornaliere per un gruppo di stazioni prossime al confine italiano per il periodo dal 1961 al 2015.



Fig. 5 - a) Paesaggi autunnali in Valsesiana in Lombardia, il 28 dicembre 2015 (cortesia ARPA Lombardia); b) Lago di Tenno (Trentino) - 27 dicembre 2015: livello del lago molto basso e montagne prive di neve (cortesia Claudio Boninsegna); c) una mimosa in fiore in un giardino di Genova. Foto scattata il giorno di Natale 2015 (cortesia ARPA Liguria).



EVOLUZIONE del MANTO NEVOSO sulle ALPI

nella **STAGIONE INVERNALE 2015-2016**

Mauro Valt
ARPAV-DRST-SNV
Centro Valanghe di Arabba, Arabba
mauro.valt@arpa.veneto.it

Paola Cianfarra
Università degli Studi Roma Tre,
Dipartimento di Scienze-
Sezione Geologia, Roma
paola.cianfarra@uniroma3.it

La stagione invernale 2015-2016, dal punto di vista statistico, rimarrà nella storia come una stagione normale, anche se in realtà è stata caratterizzata da un'accentuata scarsità di precipitazioni nevose fino a fine gennaio sulla maggior parte dei settori sud alpini e poi da una marcata nevosità. La mancata formazione di un manto nevoso strutturato nei mesi di dicembre e gennaio, eccetto per alcuni settori della Valle d'Aosta, ha condizionato l'evoluzione stagionale del manto nevoso, riducendo l'instabilità di base del manto nevoso. L'attività valanghiva è stata importante dalla metà di febbraio in poi e soprattutto con le neviccate della prima decade di marzo, quando sono state osservate numerose grandi valanghe arrivare anche a fondovalle. Gli incidenti da valanga si sono concentrati nella seconda parte della stagione invernale e come numero e vittime inferiori alla media. L'indice di pericolosità della stagione è stato nella media. La durata del manto nevoso al suolo è stata inferiore alla media di 23/46 giorni in funzione della quota e gli spessori del manto nevoso hanno superato i valori medi solo nella prima decade del mese di marzo. I gradi di pericolo maggiormente utilizzati sono stati il 1-debole e 2-moderato, mentre il grado 3-marcato è stato il maggiormente utilizzato nel mese di febbraio e fino alla prima decade di marzo. Di particolare nota sono state le alte temperature del mese di dicembre, che hanno raggiunto i valori massimi almeno dal 1920 ad oggi (inizio delle serie storiche disponibili per il presente lavoro).



INTRODUZIONE

La stagione invernale 2015-2016 è divisibile in due periodi: il primo, da novembre a fine gennaio, scarsamente nevoso e il secondo molto nevoso e con tutte le caratteristiche di un inverno ovvero nevicate intense, valanghe spontanee anche di grandi dimensioni, incidenti da valanga, nevicate con sabbia del deserto.

Nel presente lavoro si traccia un resoconto dal punto di vista della nevosità e delle caratteristiche meteorologiche che hanno influenzato il manto nevoso, con accenni di climatologia e differenziazioni geografiche.

FONTE DEI DATI ED ELABORAZIONI

I dati utilizzati nelle elaborazioni provengono prevalentemente dai data base dei Servizi Valanghe AINEVA, dalle stazioni di rilevamento presso le dighe delle diverse compagnie di gestione delle acque superficiali dell'arco alpino (CVA Valle

D'Aosta, Enel) e della Società Meteorologica Italiana.

I dati di spessore della neve al suolo (HS) e della precipitazione nevosa (HN) sono relativi ai valori giornalieri misurati presso le stazioni nivometriche tradizionali (Cagnati, 2003 - Cap. II.1), rilevati di norma alle ore 8.00 di ciascun giorno.

I dati di temperatura dell'aria sono relativi ad una serie di stazioni in quota dell'arco alpino, validate e pubblicate in rete (www.meteotrentino.it, www.provincia.bz.it, www.meteosuisse.ch, <http://www.zamg.ac.at/histalp/>, <http://www.cru.uea.ac.uk/data>, <http://www.arpa.veneto.it>) o in singoli articoli (Valt e Cianfarra, 2013) o pubblicazioni (AAVV, 2015).

Le elaborazioni riguardanti il grado di pericolo da valanghe nelle diverse aree sono state effettuate utilizzando i dati dei bollettini valanghe emessi dai Servizi Valanghe afferenti all'AINEVA e pubblicati sul sito www.aineva.it/bollett.

Le analisi sugli incidenti da valanghe sono

state effettuate utilizzando la banca dati storici di AINEVA e online (www.aineva.it) e alcuni lavori recenti (es. Techel et al. 2016).

Per quanto riguarda la valutazione dell'attività valanghiva spontanea sono state utilizzate le segnalazioni "molte valanghe di medie dimensioni" (codice 3 del gruppo L1 del MOD 1 AINEVA) e "singole grandi valanghe spontanee" (codice 4 del gruppo L1 del MOD 1 AINEVA) mentre per i dati degli incidenti da valanga sull'arco alpino sono stati consultati i siti www.aineva.it, www.avalanches.org, www.slf.ch e www.anena.org.

In tutti i grafici e le tabelle, del presente lavoro, l'anno di riferimento è l'anno idrologico: l'anno 2016 inizia il 1 ottobre 2015 e termina il 30 settembre 2016 e così per le stagioni precedenti.

Parte di tutti i dati utilizzati erano già aggregati in tabelle nelle pubblicazioni e siti consultati, per altri si è provveduto ad effettuare le elaborazioni necessarie.

Per evidenziare l'andamento a livello regionale mediante un'unica serie, è stato utilizzato l'indice adimensionale SAI (Standardized Anomaly Index) (Giuffrida e Conte, 1989) che esprime le anomalie della grandezza studiata, attraverso il contributo dei valori medi annuali o stagionali delle singole stazioni. Un indice annuale di anomalia pari a 0 indica un anno in linea con la media di riferimento, un valore di anomalia positivo o negativo indica rispettivamente un eccesso o un deficit più o meno elevati rispetto al valore normale (Mercalli et al., 2003, 2006).

Disponendo di numerose serie storiche nell'ultimo quarantennio, le elaborazioni sono state effettuate sulla base del periodo di riferimento 1985-2015 e in alcuni casi 1961-1990. Le mappe, con la spazializzazione dei dati di spessore medio del manto nevoso e di scarto della precipitazione nevosa sono invece state realizzate su una base storica recente (2010-2015). Inoltre, per definire gli eventi eccezionali (estremi o rari), è stato determinato lo 0,10 e lo 0,90 percentile rispetto al periodo di riferimento. Gli scarti medi che si collocano oltre tali soglie sono

Fig. 1 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane.

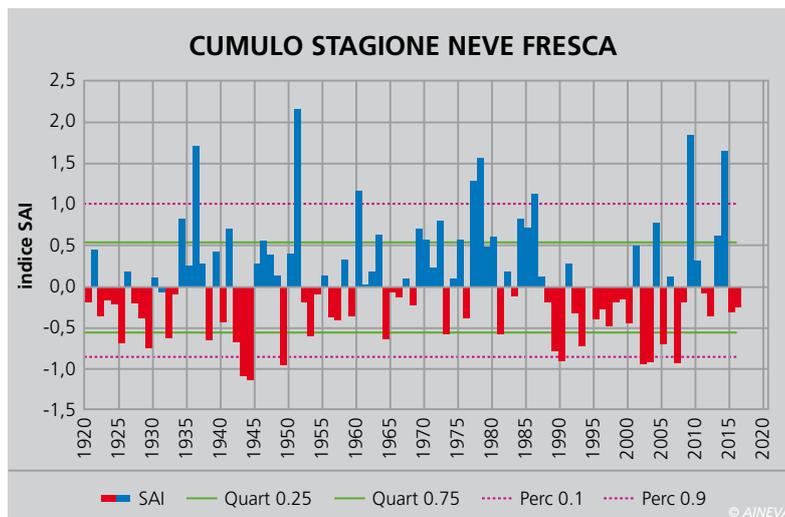
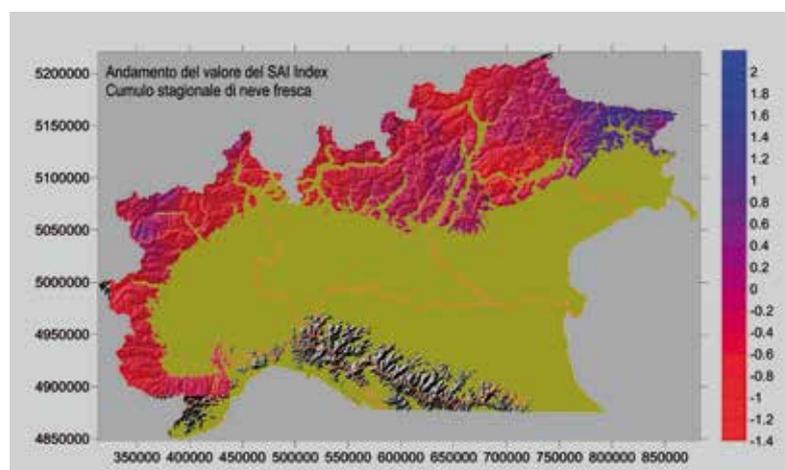


Fig. 2 - Mappa con la spazializzazione del valore del SAI Index sulla base dei singoli valori delle stazioni.



stati considerati eventi rari. Sono stati considerati come valori rientranti nella variabilità media quelli situati fra il 1° e il 3° quartile (25% e 75%). Gli scarti medi che si collocano all'interno del 1° quartile e del 3° quartile, fino allo 0,10 e 0,90 percentile, sono stati definiti eventi al di fuori della norma. Tale metodologia è stata utilizzata per la sua semplicità e per omogeneità con i lavori precedenti (Valt et al., 2009, 2010).

LA PRECIPITAZIONE NEVOSA E IL MANTO NEVOSO

Per analizzare il cumulo stagionale di neve fresca della stagione, espresso come SAI Index e calcolato per tutto l'arco alpino italiano (Fig. 1), sono state utilizzate 83 stazioni nivometeorologiche ubicate fra i 400 e 2740 m di quota.

Il SAI Index della stagione 2016 è stato pari a -0,26, compreso fra il primo e il terzo quartile e indica un inverno nella media. Nella precedente stagione invernale era stato di -0,30.

La spazializzazione del valore del SAI Index di tutta la stagione invernale (Fig. 2) evidenzia l'andamento nelle diverse zone geografiche, con i valori maggiori in alcune aree della Valle d'Aosta (mancano dei dati per la zona del Monte Bianco), nel gruppo dell'Ortles Cevedale e in particolar modo nelle Alpi orientali.

A fronte di questo andamento generale, la stagione invernale è suddivisibile in due grandi periodi: i mesi di novembre e dicembre con scarsità di precipitazioni nevose e i mesi di febbraio e marzo ricchi di neve; il valore di SAI Index elaborato per questi due lassi di tempo (Figg. 3 e 4) evidenzia bene queste anomalie. Nei mesi di novembre e dicembre, le precipitazioni nevose sono state scarse, come non si è mai riscontrato negli anni precedenti, almeno fino a quando risalgono le serie storiche a disposizione. Il valore del SAI Index è rimasto al di sotto dello 0,10 percentile ad indicare un evento al di fuori della norma (Fig. 3). Nel periodo successivo, il SAI Index è stato oltre lo 0,90 percentile a specificare un anda-

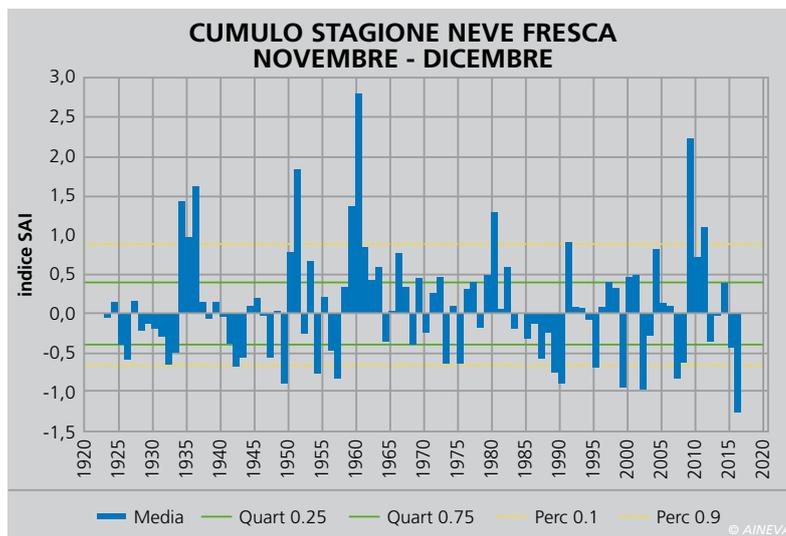


Fig. 3 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane per i mesi di novembre e dicembre.

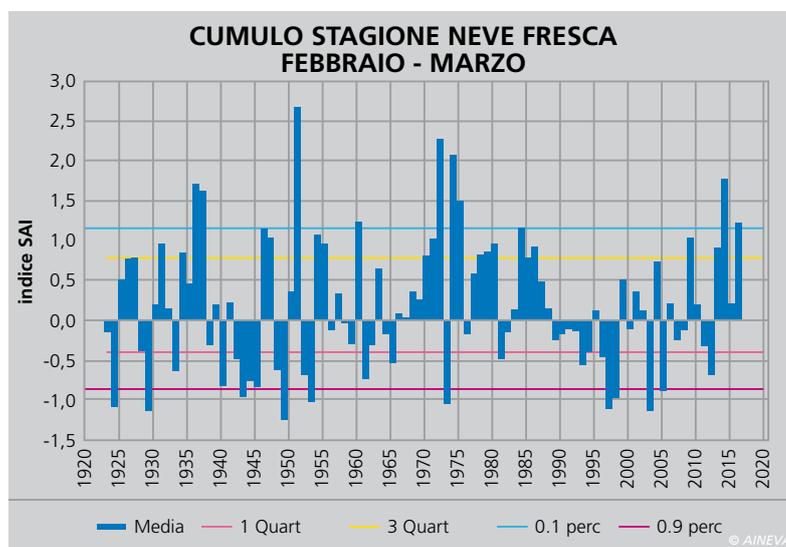


Fig. 4 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi italiane per i mesi di febbraio e marzo.



Fig. 5 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di gennaio 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2011-2015 e valori di cumulo mensile di neve fresca per singole stazioni.

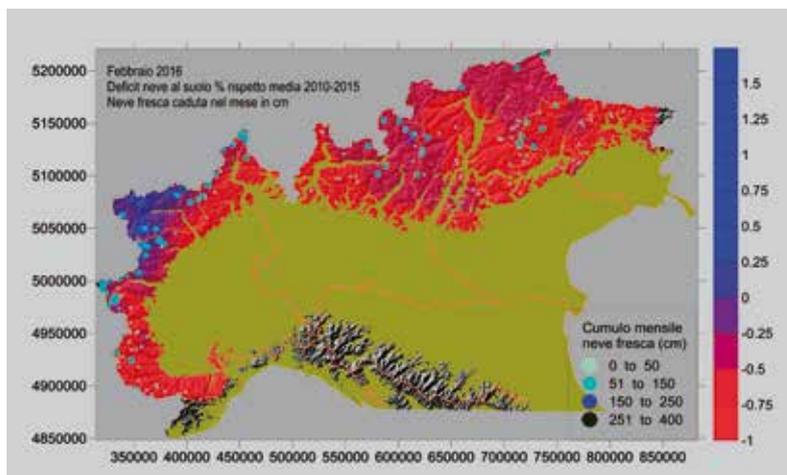


Fig. 6 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di febbraio 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2011-2015 e valori di cumulo mensile di neve fresca per singole stazioni.

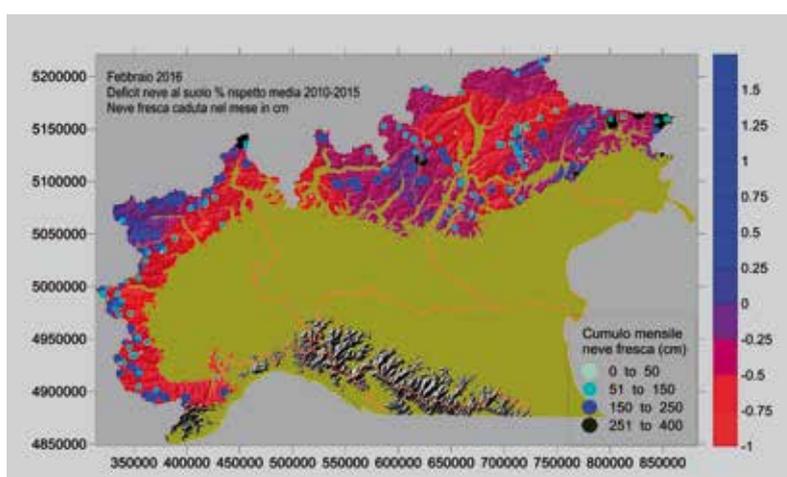
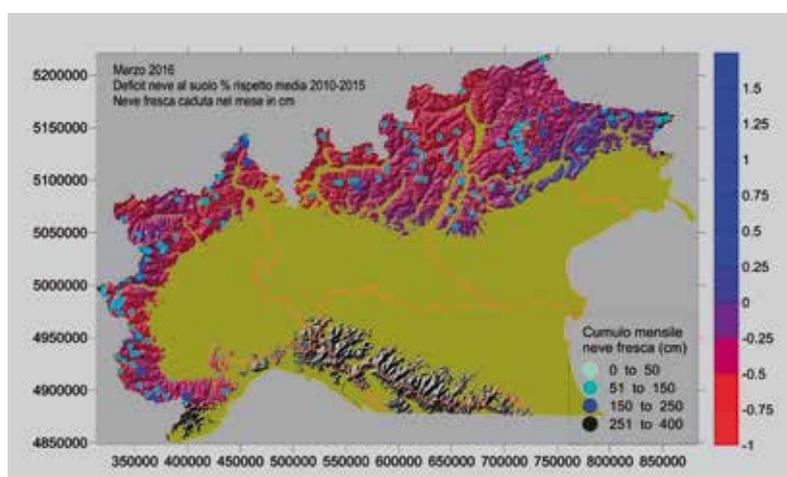


Fig. 7 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di marzo 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2011-2015 e valori di cumulo mensile di neve fresca per singole stazioni.



mento al di fuori della norma, come già avvenuto alcune volte in passato (inverno 2014, inverni a metà degli anni '70 etc.). Il diverso andamento stagionale e areale della precipitazione nevosa ha di conseguenza condizionato lo spessore della neve al suolo.

Nelle mappe di Figg. 5-6-8, è stato riportato lo scarto dello spessore medio mensile della neve al suolo della stagione 2016, rispetto alla media 2010-2015. Nel periodo 2010-2015 ci sono stati inverni

molto nevosi come il 2014 e altri scarsamente nevosi come il 2012 e quindi il periodo è un buon punto di riferimento. Nella stessa mappa sono riportati i valori di precipitazione di ogni singola stazione, espressi come classi di cumulo mensile. Nel mese di gennaio (Fig. 5) l'innevamento è stato maggiore nella Valle d'Aosta e nella parte dell'Ortles Cevedale, rispetto al resto del versante meridionale delle Alpi. In queste aree le nevicate sono più abbondanti del resto delle Alpi e anche lo

spessore del manto nevoso è maggiore. Nel mese di febbraio (Fig. 6) ha nevicato abbondantemente su tutte le Alpi meridionali ed in particolar modo nel Piemonte settentrionale e in Friuli Venezia Giulia. Lo spessore della neve del mese è ancora condizionato dalla scarsità di precipitazione dei mesi precedenti e lo scarto rispetto alla media è positivo solo in Valle d'Aosta, grazie alle nevicate di gennaio.

Nel mese di marzo (Fig. 7), le precipitazioni più abbondanti sono avvenute nella fascia prealpina del Veneto e del Friuli Venezia Giulia e in alcune località del Piemonte. Nella prima decade del mese viene raggiunto in quasi tutte le stazioni il valore di altezza massima della stagione invernale. Lo spessore medio del manto nevoso al suolo è superiore alla media del quinquennio precedente in molte aree delle Alpi meridionali.

Il diverso andamento mensile delle precipitazioni nevose nelle tre aree delle Alpi è riassunto nel grafico (Fig. 8) dove è espresso lo scarto percentuale dal valore medio su un periodo più lungo e in cui si vedono gli andamenti mensili per le tre aree.

L'indice di spessore medio della neve al suolo delle Alpi italiane (Fig. 9) evidenzia chiaramente la pressoché assenza del manto nevoso fino ai primi di gennaio, i tre periodi principali di precipitazione nevosa (inizio di gennaio, febbraio e marzo), intervallati i primi due da un assestamento del manto nevoso e l'ultimo, intervallato da un momento di ripresa in occasione delle precipitazioni del 15-20 di marzo, con cui inizia l'ablazione primaverile.

La curva evidenzia come gli spessori siano stati per gran parte della stagione invernale al di sotto della media, eccezione fatta per il periodo delle nevicate di marzo. Inoltre, la fase finale dell'ablazione è stata lenta, rispetto a quanto avvenuto inizialmente e questo a causa delle temperature fresche di fine aprile e di maggio.

DURATA ED ESTENSIONE DEL MANTO NEVOSO

La stagione invernale da dicembre ad

aprile (DJFMA) (Fig. 10) è durata -23 giorni oltre i 1600 m di quota e di - 46 giorni fra gli 800 e i 1600 m di quota. Questo valore, oltre i 1600 m di quota, è il secondo più basso dal 1950, preceduto solo da 1989 e precedendo di poco il 2002. Anche il deficit alle quote inferiori si colloca fra i 7 maggiori, come il 2015, ma per motivazioni climatiche diverse.

Durante questa stagione la presenza della neve al suolo, nel periodo DJFMA, è stata condizionata essenzialmente dalla scarsità di neve di dicembre, mentre nel periodo marzo-aprile (MA) il deficit è stato contenuto a 3-8 giorni come avvenuto altre volte in passato.

Nelle immagini da satellite MODIS elaborate dal Centro Valanghe di Arabba (Fig. 11 a,b,c,d,e,f,g,h,i,l) è possibile osservare, nei diversi periodi dell'anno, l'estensione della copertura nevosa sulle Alpi. Nelle immagini il manto nevoso è evidenziato con falsi colori e la neve appare in rosso (RGB = 167 o 267), la vegetazione in verde e il suolo nudo ed urbano in ciano o rosa. Nell'immagine del 24 novembre 2015, è possibile osservare come le nevicate dei giorni precedenti abbiano interessato la fascia delle Prealpi dalla Lombardia al Veneto e tutto il Friuli Venezia Giulia. Anche in Piemonte e in Valle d'Aosta la copertura nevosa è estesa.

L'immagine del 20 di dicembre evidenzia la mancanza di neve su tutto l'arco alpino, eccezion fatta per la Valle d'Aosta e delle zone dei ghiacciai dell'Adamello-Ortles-Cevedale.

L'immagine del 20 di gennaio mostra una copertura nevosa più estesa nelle Alpi centrali e occidentali rispetto alle Alpi orientali. Questo è dovuto alle precipitazioni degli inizi della prima metà del mese di gennaio 2016. In Valle d'Aosta la copertura nevosa è fino a bassa quota mentre nelle Dolomiti la neve è poca anche sulle vette. Nell'immagine dell'11 di febbraio la copertura nevosa è già estesa e nelle Prealpi anche a quote basse in seguito alle nevicate dei giorni precedenti. Dopo le precipitazioni della prima decade del mese di marzo, si raggiunge anche l'estensione massima della copertura

nevosa sulle Alpi. Da questo momento in poi inizierà un'accelerata ablazione del manto nevoso, rallentata solo dalle nevicate del 15-20 marzo e dalle basse temperature di maggio.

Nell'immagine del 22 marzo è possibile osservare ancora una buona copertura nevosa e anche l'inizio dell'attività cumuliforme nelle aree adiacenti alle montagne. Questo è l'inizio di un periodo mite che porterà alla fine di marzo-inizi di

aprile a condizioni di isoterma del manto nevoso sulla maggior parte dei pendii fino a 2000 m di quota.

Già con marzo la possibilità di utilizzare direttamente le immagini da satellite per il calcolo dell'estensione della copertura nevosa, senza l'utilizzo composto di immagini di giorni diversi e calcoli di spazializzazione, è stata limitata per la frequente attività cumuliforme e per la nuvolosità normale. Nell'immagine del

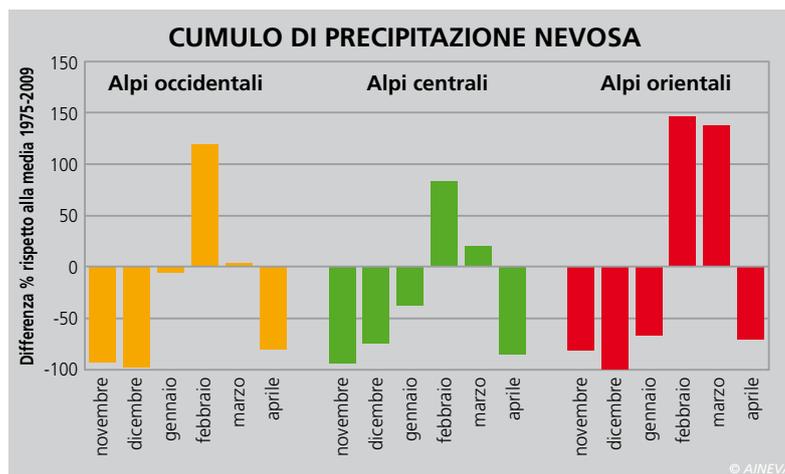


Fig. 8 - Valori mensili di precipitazione nevosa espressa come scarto percentuale dal valore medio di riferimento calcolato sul periodo 1975-2009.

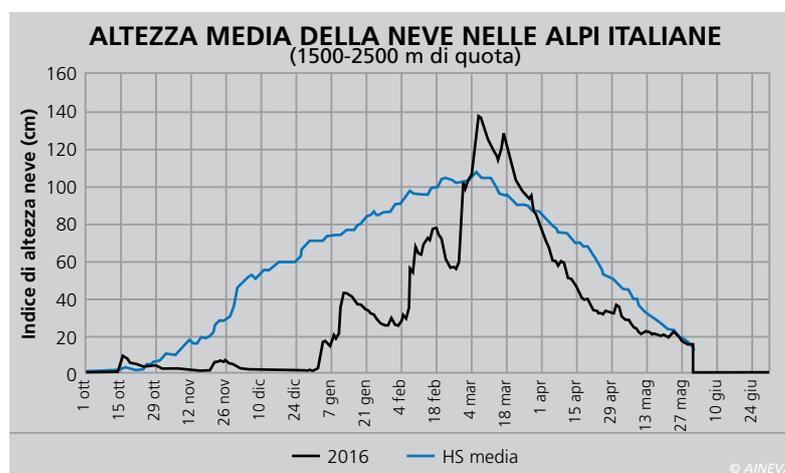


Fig. 9 - Indice di spessore medio della neve al suolo elaborato su un data set di 20 stazioni oltre i 1500 m di quota. Nel grafico è riportato l'indice della stagione 2015-2016 e il valore medio.

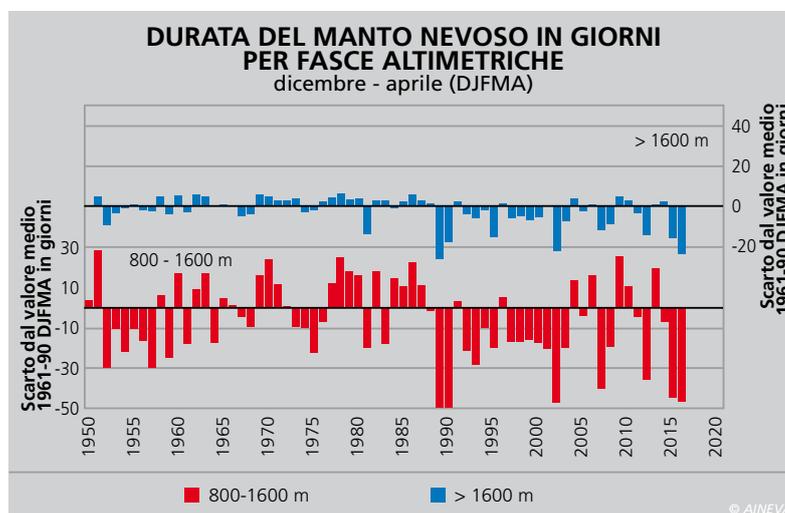
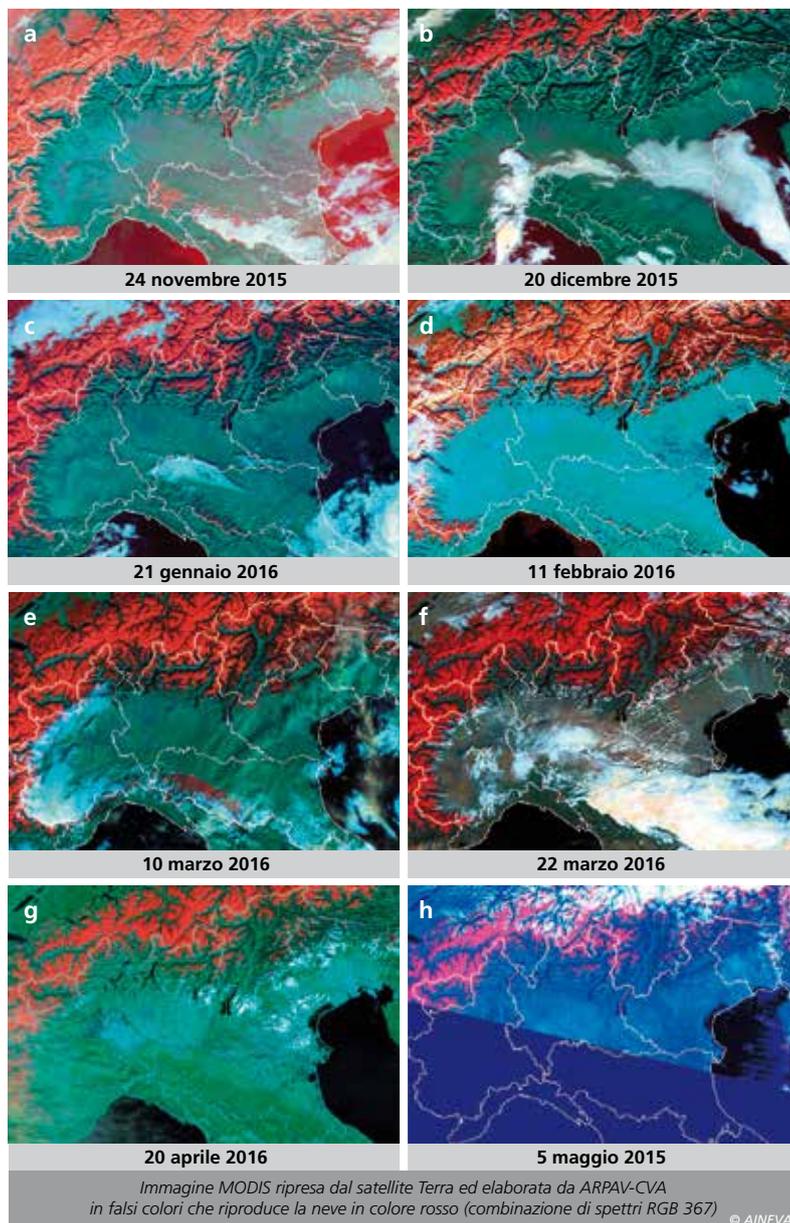


Fig. 10 - Durata del manto nevoso al suolo calcolato come scarto dal valore medio 1961-1990 per due fasce altimetriche: 800-1500 m (8 stazioni) e oltre i 1500 m (8 stazioni).

Fig. 11 - Immagine MODIS ripresa dal satellite Terra ed elaborata da ARPAV-CVA in falsi colori che riproduce la neve in colore rosso (combinazione di spettri RGB 367).



di ghiacciaio e lungo i versanti con buon riparo orografico o caratterizzati da relitti di valanghe e accumuli da vento.

TEMPERATURA DELL'ARIA IN MONTAGNA

La stagione invernale (DJFMA) è stata, in quota, di ben +2,5 °C più mite della media 1961-1990, secondo inverno più caldo dopo il 2007 e precedendo il 1999 e il 2014 nell'ordine (Fig. 12).

Anche il periodo corrispondente all'inverno meteorologico (DJF) è stato di ben +2,4 °C più mite. Questa elevata temperatura è stata dovuta soprattutto al caldo del mese di dicembre (Fig. 13) che è stato di ben +4,4 °C più caldo, valore mai raggiunto prima nelle serie storiche a disposizione (dal 1920). Questo valore ha ostacolato fortemente anche la produzione di neve programmata per il perdurare di giornate con temperature positive. La temperatura media di riferimento in quota per il mese di dicembre è di -2,1 °C.

La temperatura media di marzo aprile, seppur più calda di +1,8°C rispetto alla media è stata uguale a quella dell'anno precedente, alternando decenni molto miti (3^a decade di marzo l1^a e 3^a decade di e aprile) a decenni più fresche.

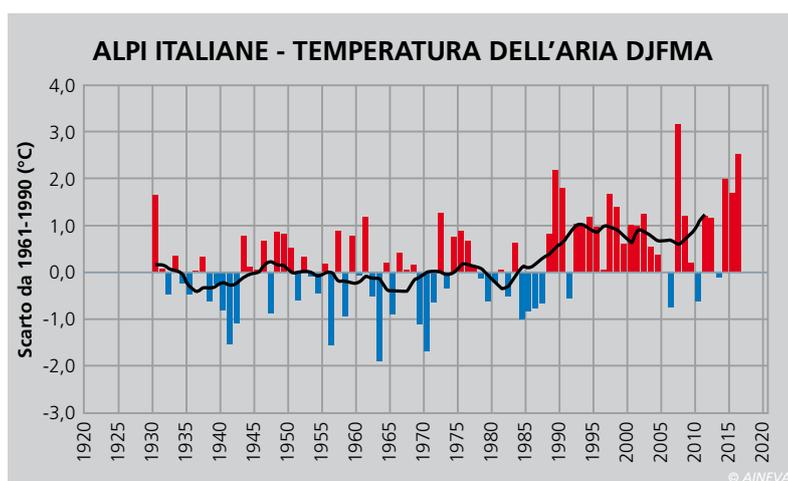
L'andamento mite della primavera ha accelerato l'ablazione del manto nevoso.

Attività valanghiva spontanea e provocata

La stagione è stata caratterizzata da un'intensa attività valanghiva, con grandi valanghe di fondo che hanno raggiunto i fondovalle, nel periodo di massimo accumulo al suolo della neve al suolo.

La stagione invernale è stata generalmente scarsa di neve fino ai primi di febbraio e quindi anche l'attività valanghiva spontanea è stata pressoché ridotta in questo periodo (Fig. 14). Una prima e limitata attività valanghiva è avvenuta nel periodo di fine novembre - inizi di dicembre conseguente alle precipitazioni del 21-26 novembre e delle miti temperature che sono seguite; poi, con

Fig. 12 - Temperatura dell'aria delle Alpi italiane elaborata sulla base di 18 stazioni significative in quota ed espresso come scarto dal valore medio 1961-1990 per il periodo dicembre-aprile (DJFMA).



20 di aprile è possibile osservare come l'estensione sia ridotta notevolmente su gran parte del versante meridionale delle Alpi, come anche nell'ultima immagine del 5 di maggio.

Da questo giorno in poi, occorrerà arrivare a fine giugno per aver ancora un'immagine buona delle Alpi ma ormai il manto nevoso stagionale era quasi scomparso del tutto e relegato alle zone

Le nevicate dei primi di gennaio, specie in Valle d'Aosta, è stata osservata una locale intensa attività valanghiva.

Successivamente occorre arrivare al periodo fra l'8 e il 14 in Valle d'Aosta e il 19 e il 23 di febbraio sul resto delle Alpi, per osservare una importante attività valanghiva spontanea su tutte le Alpi conseguenti le nevicate dei giorni precedenti, accompagnate da un rialzo termico.

Con le prime nevicate del mese di febbraio sono stati osservati i primi incidenti da valanga in poco tempo, ben 6 in 5 giorni. Il giorno 5 febbraio, in Tirolo (A) avviene un incidente da valanga con ben 5 vittime. Il 13 gennaio nel comune di Mont de Lans (F), 6 sciatori fuoripista vengono travolti (3 vittime) e successivamente, il 18 nel comune di Modane (F), un incidente da valanga determina 6 vittime fra le 18 persone travolte.

Con le nevicate del 27-29 febbraio, sono state osservate le prime grandi valanghe che nei settori meridionali del Piemonte interessano anche infrastrutture; anche in Valle d'Aosta, in Valsavarenche le valanghe arrivano nelle zone antropizzate causando interruzioni alla viabilità e danni ad impianti sportivi. Poi, con i primi giorni di marzo, sono state osservate ancora singole grandi valanghe che in alcuni casi hanno raggiunto anche i fondovalle. Con le nevicate del 6-9 marzo, quando gli spessori del manto nevoso hanno superato i valori medi e anche vengono raggiunte gli spessori massimi della neve stagionale, vengono osservate, su tutte le Alpi, valanghe di medie e grandi dimensioni. Anche durante questo episodio le valanghe raggiungono alcuni fondovalle, arrivando al di sotto del limite della copertura nevosa. In questo periodo sono stati osservati ancora molti incidenti da valanga: 8 incidenti fra il 5 e il 12 di marzo con il grave incidente del Monte Nevoso (BZ) in cui sono morte 6 persone.

Successivamente vengono osservate localmente ancora episodi con valanghe di medie dimensioni lungo molti pendii ripidi. In Francia, nel comune di Barèges, il 22 di marzo periscono in un incidente

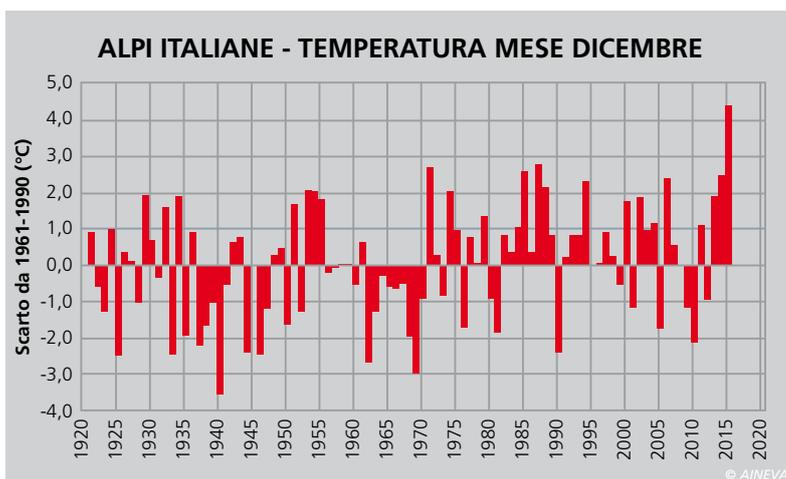


Fig. 13 - Temperatura dell'aria del mese di dicembre delle Alpi italiane elaborata sulla base di 18 stazioni significative in quota ed espresso come scarto dal valore medio 1961-1990.

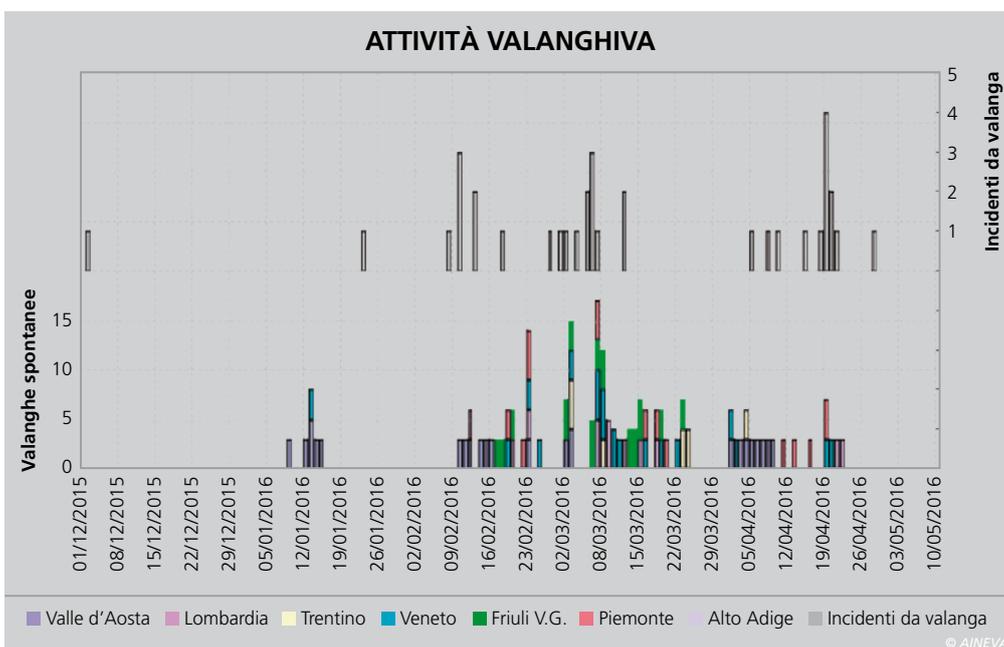


Fig. 14 - Giornate con una significativa attività valanghiva sulle Alpi italiane suddivisa per regione e incidenti da valanga.

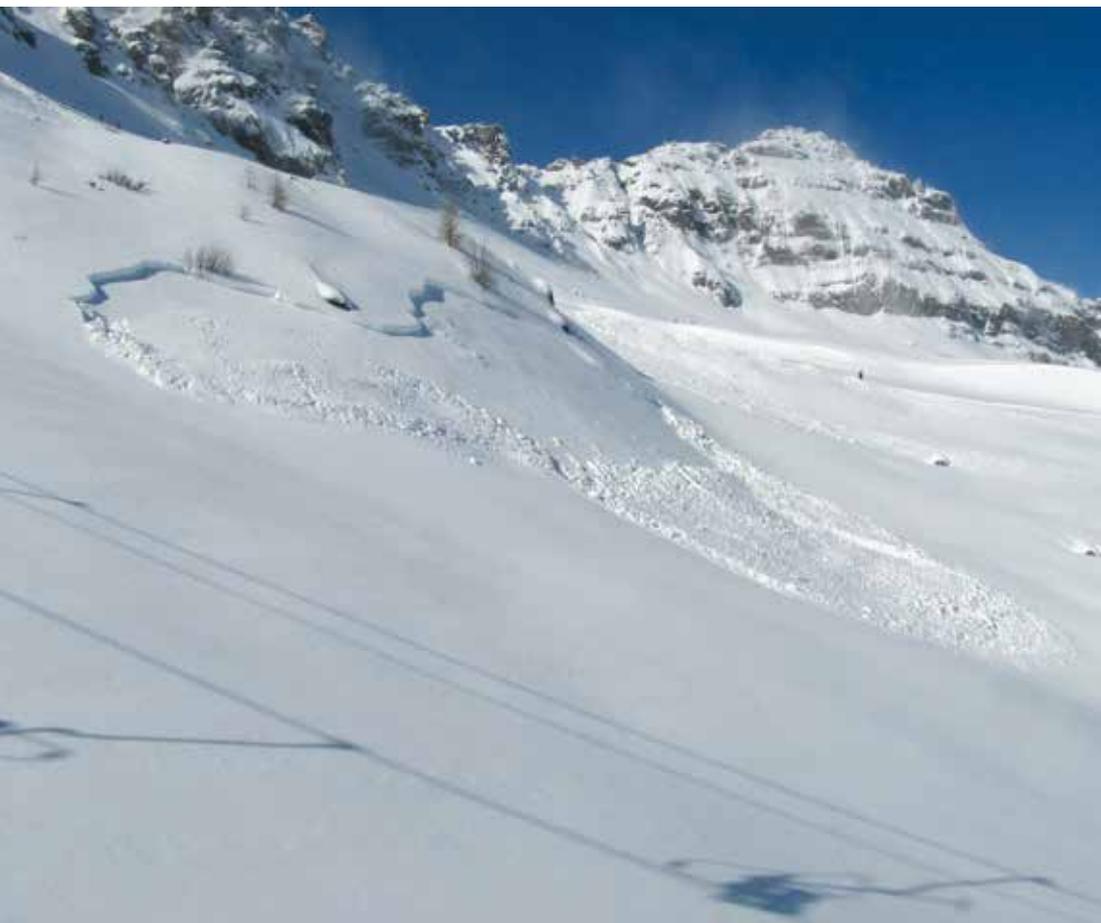


Fig. 15 - Attività valanghiva della stagione invernale espressa come valore di anomalia SAI elaborato per un data set di 12 stazioni significative delle Alpi italiane e SAI Index del cumulo di neve fresca e della durata del manto nevoso calcolato sullo stesso periodo. Il trend del numero di giornate con valanghe è positivo.

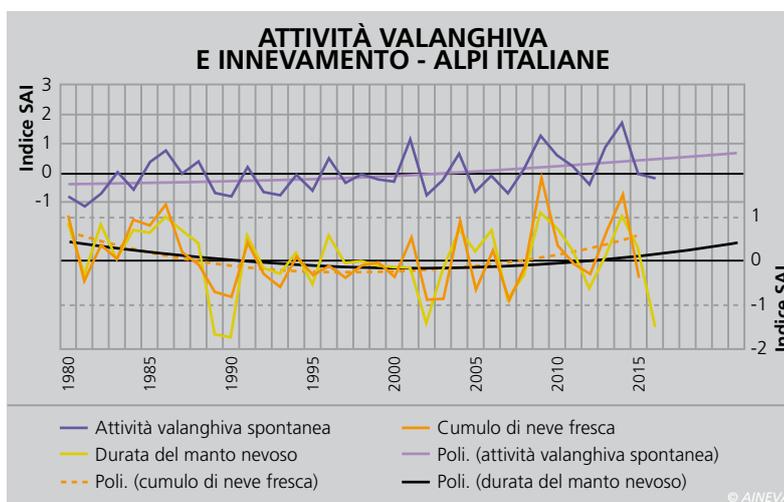
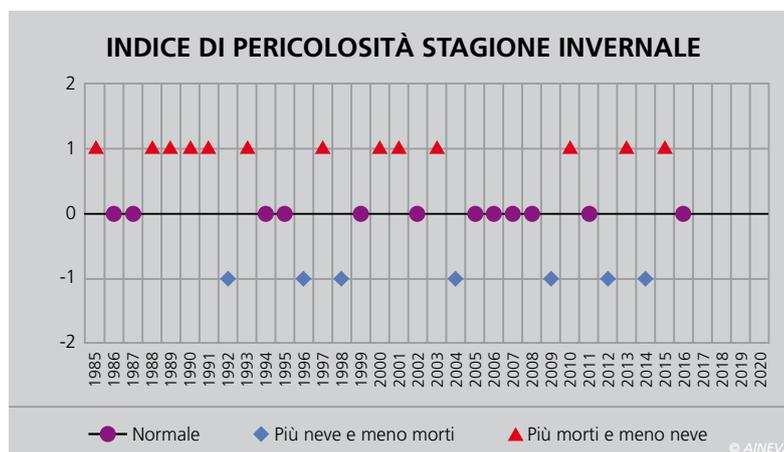


Fig. 16 - Indice di nevosità-incidenti da valanga. L'indice esprime la concordanza o la discordanza fra la relazione poca neve e molti incidenti da valanga mortali.



da valanga 4 escursionisti con racchette da neve dei 15 travolti.

Con il mese di aprile e le miti temperature, l'attività valanghiva spontanea è osservata in molte aree delle Alpi. Di particolare nota sono gli eventi valanghivi che si sono verificati fra il 18 e il 21 di aprile, dopo alcuni episodi perturbati che hanno determinato piogge fino in quota e deboli apporti nevosi, sempre in quota, un po' su tutte le Alpi.

Fra il 18 e il 21 aprile, sulle Alpi italiane, vengono annotati 7 incidenti da valanga con 3 vittime. Anche in Francia e in Svizzera in queste giornate vengono osservati diversi incidenti da valanga con 5 vittime.

Questo è il periodo della stagione invernale in cui sono avvenuti più incidenti e più vittime sull'intero arco alpino. In molti incidenti, il distacco della valanga è avvenuto su un piano di scorrimento costituito da una neve ricca di deposizioni di sabbia del deserto, conseguente alle nevicate di metà febbraio o al trasporto, quasi senza precipitazioni, della prima decade del mese di aprile.

In conclusione generale, l'indice di anomalia elaborato sulla base dell'osservazione giornaliera dell'attività valanghiva spontanea ha evidenziato un valore nella media. Nella Fig. 15, sono stati elaborati anche i valori di SAI Index del cumulo di neve fresca e di durata del manto nevoso per avere un confronto con questi due parametri.

NEVOSITÀ E INCIDENTI DA VALANGA

Anche per questa stagione è stato calcolato il valore dell'indice di pericolosità della stagione invernale che mette in relazione il numero di morti da valanga e l'innevamento (Valt e Cianfarra, 2015) (Fig. 16).

Globalmente la stagione invernale (da novembre ad aprile) è stata nella norma per la quantità di precipitazione nevosa anche come numero di morti in valanga. Pertanto anche l'indice è risultato in generale "nella norma".

GRADO DI PERICOLO VALANGHE

Sull'arco alpino italiano il grado di pericolo valanghe più utilizzato è stato il 2-moderato, con il 39,5% delle giornate nelle 47 microaree nivologiche nelle quali esso è suddiviso, seguito dal 1-debole con il 38,5% delle giornate (Fig. 17).

Negli ultimi 10 anni, occorre andare al 2007 per ritrovare una stagione con uno scarto così ridotto fra il grado 1-debole e il grado 2-moderato. Il pericolo 1-debole è stato il più frequentemente utilizzato nella regione del Piemonte, del Veneto, del Friuli Venezia Giulia e nella Provincia Autonoma di Trento. Sul resto del territorio alpino il 2-moderato è stato prevalente. Il grado 3-marcato è stato utilizzato nel 20% delle giornate con un'importante presenza nella regione della Valle d'Aosta e nella Provincia Autonoma di Bolzano. Il grado 4-forte è stato utilizzato nel rimanente 2% delle giornate con una maggior frequenza nella regione del Piemonte e del Friuli Venezia Giulia.

In Fig. 18 è rappresentato l'utilizzo percentuale del grado di pericolo valanghe per le diverse decadi mensili dell'inverno.

Nel mese di dicembre e nella prima decade di gennaio (Fig. 19 a, b, c) nelle Alpi centrali e orientali prevale nettamente il grado 1-debole a causa dello scarso innevamento mentre, nelle Alpi occidentali, le nevicate della prima decade di gennaio lungo la cresta di confine determinano condizioni di maggior pericolo.

Proseguendo nella stagione invernale e quindi con l'aumento dell'innevamento, è possibile osservare come gradualmente il grado di pericolo 3-marcato risulti maggiormente frequente come anche il 4-forte, per arrivare al culmine nella prima decade del mese di marzo.

In questa decade il grado 3-marcato è presente nella maggior parte delle aree e anche il grado 4-forte ha la sua massima rilevanza.

La decade seguente, la seconda di

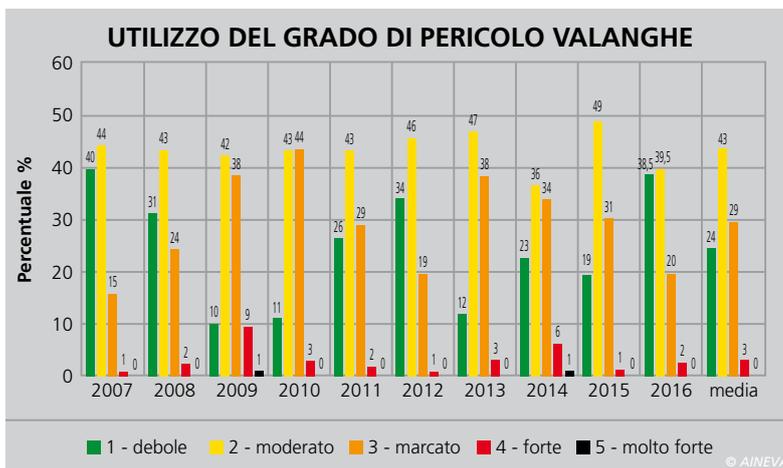


Fig. 17 - Utilizzo percentuale del grado di pericolo valanghe nei bollettini valanghe nelle ultime 9 stagioni invernali e valore medio. Durante la stagione è stato utilizzato per molte giornate il grado di pericolo forte e molto forte.

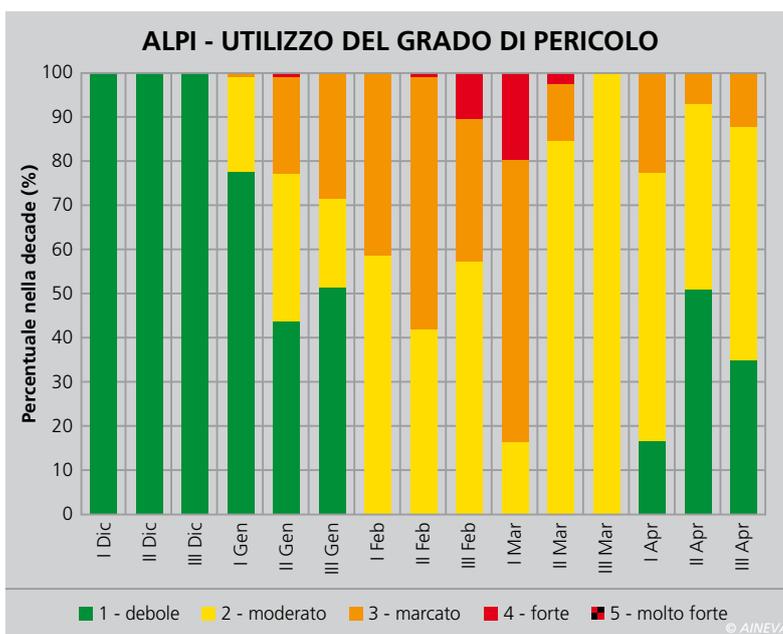
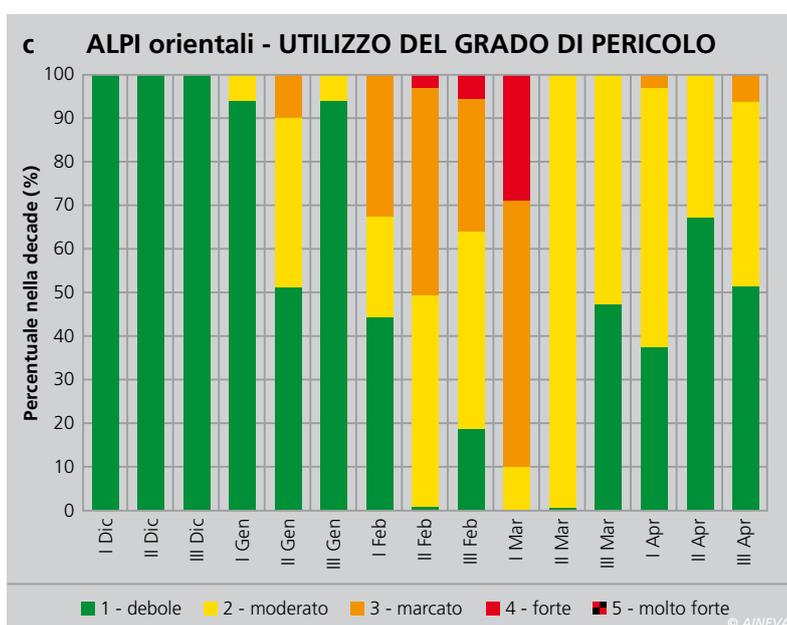
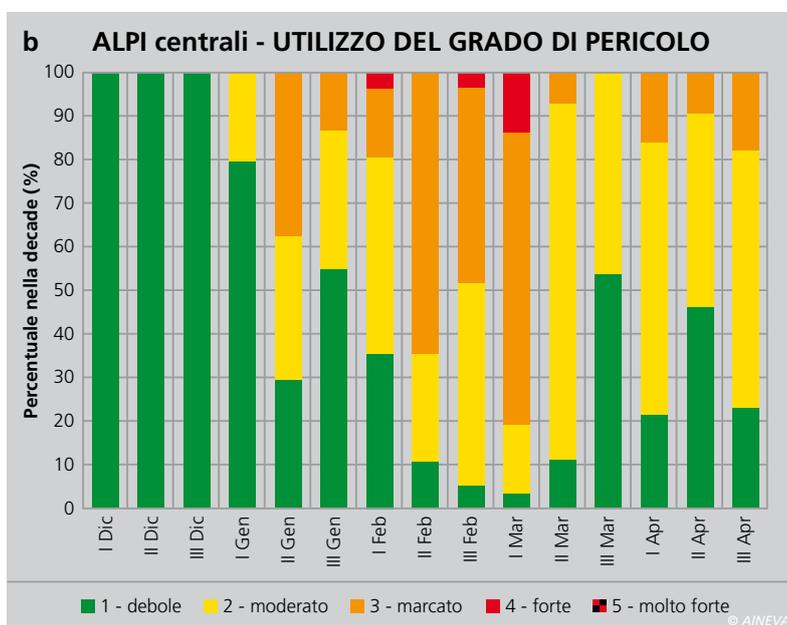
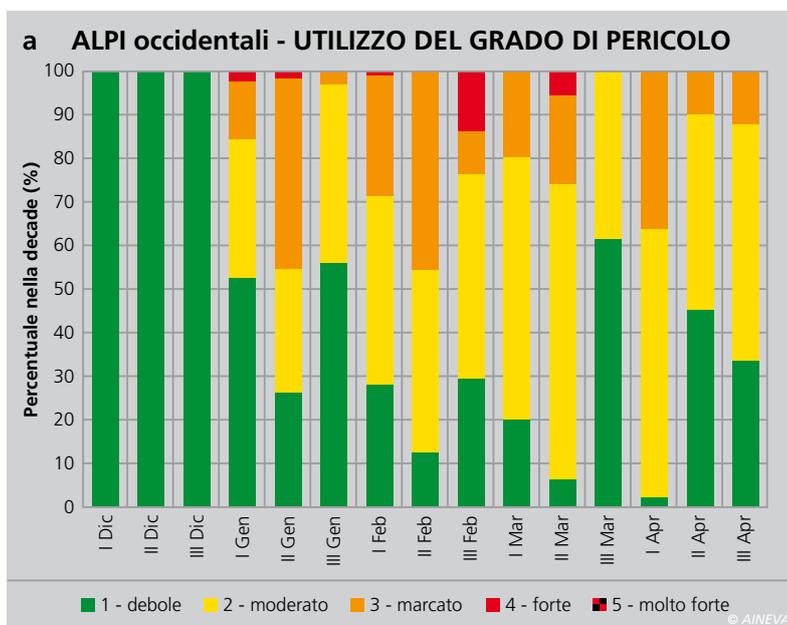


Fig. 18 - Utilizzo del grado di pericolo valanghe sull'arco alpino italiano per decade. I valori percentuali sono relativi alla 47 aree climatiche AINEVA.



Fig. 19 - Utilizzo del grado di pericolo valanghe per decade: a) nelle Alpi occidentali, b) nelle Alpi centrali, c) nelle Alpi orientali.



marzo, è caratterizzata da una stabilità del manto nevoso (minore nelle Alpi occidentali). Durante il mese di aprile, specie nelle Alpi occidentali e centrali, il pericolo 3-marcato è ancora presente in modo significativo un po' in tutte le decadi a causa delle nevicate / piogge in quota e delle condizioni di riscaldamento del manto nevoso con conseguente instabilità superficiale e basale in molte aree delle Alpi.

Nella Fig.20 (a...t) è rappresentata la distribuzione del grado di pericolo valanghe per le varie aree alpine in diversi momenti significativi della stagione invernale.

CONCLUSIONE

La stagione invernale 2015-2016 è stata caratterizzata da due importanti periodi: il primo da novembre a fine gennaio con poca neve, temperature miti a dicembre, poche valanghe, scarso innevamento eccetto per alcune aree delle Alpi occidentali e pochi incidenti da valanga. Il secondo periodo, da febbraio ad aprile, con l'inverno vero e caratterizzato da abbondanti precipitazioni nevose, frequenti valanghe anche di grandi dimensioni e molti incidenti da valanga.

Pur essendo divisa in due parti, la stagione invernale rimarrà negli annali, dal punto di vista statistico, una stagione normale.

Bibliografia

- AAVV (2015). Il clima del Tirolo - Alto Adige - Bellunese. ZAMG, Provincia Autonoma di Bolzano, ARPAV. 102 pp.
- Cagnati A. (2003). Sistemi di Misura e metodi di osservazione nivometeorologici. AINEVA, Trento, 186 pp.
- Giuffrida A. e M. Conte. (1989). Variations climatiques en Italie: tendances des températures et des précipitations. Publ. Ass. Int. Climatologie, 2, 209-216.
- Mercalli L., D. Cat Berro, S. Montuschi, C. Castellano, M. Ratti, G. Di Napoli, G. Mortara e N. Guindani. (2003) Atlante climatico della Valle d'Aosta. Regione Autonoma Valle d'Aosta. Aosta, 405 pp.
- Mercalli L., Cat Berro D. (2006) - Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. SMS, Bussoleno. 756 + XII pp.
- Techel F., Jarry F., Kronthaler G., Mitterer S., Nairz P., Pavšek N., Valt M., e Darms G. (2016).

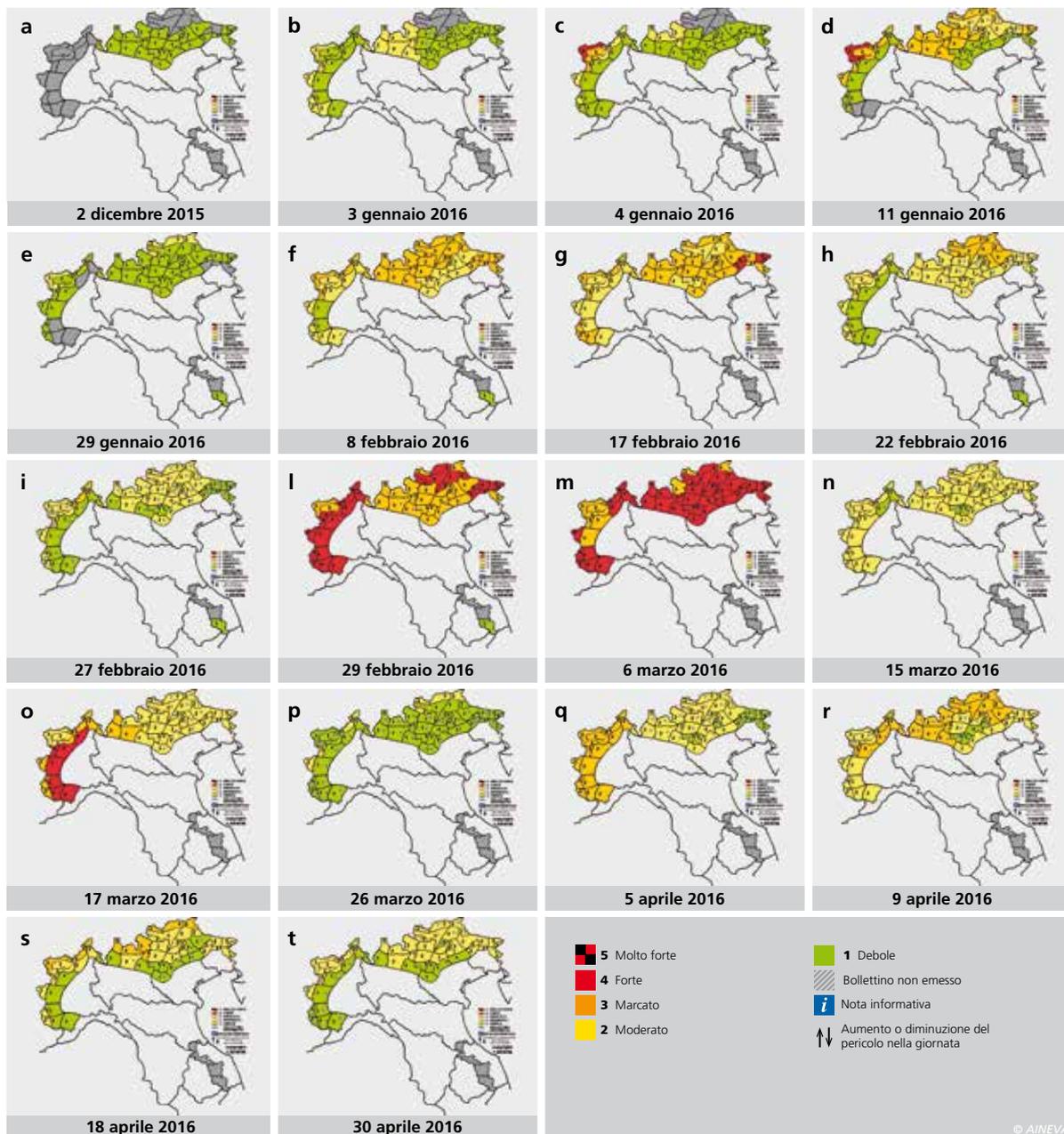


Fig. 20 - Mappa del pericolo di valanghe nelle regioni e province associate AINEVA.

Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics. Geogr. Helv., 71, 147–159, 2016 - www.geogr-helv.net/71/147/2016/ doi:10.5194/gh-71-147-2016

- Valt M. e Cianfarra P. (2009). Lo straordinario inverno del 2009. Neve e Valanghe, 67, 4- 15
- Valt M. e Cianfarra P. (2010). Recent snow cover variations and avalanche activities in the Southern Alps. Cold Regions Science and Technology Volume 64, Issue 2, November 2010, Pages 146-157.
- Valt M. Cianfarra P. (2013). Climatic change in Italian Alps: analysis of snow precipitation, snow durations and avalanche activity. Proceedings of the International Snow Science Workshop ISSW 2013, Grenoble Chamonix-Mont-Blanc, France, 7 -11 October 2013, ANENA-IRSTEA-Météo-France, 1, 1247-1250
- Valt M. Cianfarra P. (2015). Evoluzione del manto nevoso sulle Alpi nella stagione invernale 2014-2015. Neve e valanghe, 85, 10-21

Si ringraziano per la collaborazione:

- C.V.A. S.p.A. Compagnia Valdostana delle Acque, Direzione Dighe, Bacini, Traverse, Condotte - Linea Sicurezza Opere Idrauliche Via Stazione, 30. 11024 Châtillon (AO).
- Enel S.p.A. - Divisione Generazione e Energy Management - Area Energie Rinnovabili - Ingegneria Civile Idraulica, Unità di Idrologia, Via Torino 14, 30172 Mestre Venezia
- Daniele Cat Berro, Società Meteorologica Italiana, Castello Borello, 10053 Bussoleno (TO)
- Maria Cristina Prola, Mattia Falletto e Erika Soletto collaboratrice CFAVS. Regione del Piemonte - ARPA Piemonte, Dipartimento sistemi previsionali, Via Pio VII, Area 9, 10135 Torino
- Valerio Segor, Regione della Valle d'Aosta, Assetto idrogeologico dei bacini montani - Ufficio neve e valanghe, Loc. Amérique, n.33/A, 11020 Quart (AO)
- Alfredo Praolini, Flavio Berbenni, Regione della

- Lombardia, ARPA Lombardia, Settore Tutela delle Risorse e Rischi Naturali, U.O. Centro Nivometeorologico, Via Monte Confinale 9 - 23032 Bormio SO
- Gianluca Tognoni, Provincia Autonoma di Trento, Ufficio Previsioni e Pianificazione, Via Vannetti, 41, 38122 Trento
- Fabio Gheser, Provincia Autonoma di Bolzano Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Via Mendola 33, 39100 Bolzano
- Daniele Moro, Luciano Lizzero, Gabriele Amadori - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale risorse rurali, agroalimentari e forestali, Servizio del corpo forestale, Settore neve e valanghe Via Sabbadini 31, 33100 Udine
- Giuseppe Crepez, Renato Zasso, Anselmo Cagnati, Bruno Renon, Andrea Crepez, Gianni Marigo, Robert Thierry Luciani, Cagnati Valer, Corso Tiziana - Regione del Veneto, ARPA Veneto, DRST, Servizio Neve e Valanghe - Centro Valanghe di Arabba, Via Pradat, 5, 32020 Livinallongo del Col di Lana (BL)

Siti consultati:

- www.aineva.it
- www.ikar-cisa.it
- <http://marcopifferetti.altervista.org/>

il MANTO sull' NEVOSO APPENNINO

NELLA STAGIONE INVERNALE 2015-2016

Mauro Valt

ARPAV-DRST-SNV
Centro Valanghe di Arabba, Arabba
mauro.valt@arpa.veneto.it

Stefano Sofia

Regione Marche, Dipartimento per le
Politiche Integrate di Sicurezza e Protezione
Civile, Centro Funzionale Multirischi per la
Meteorologia e l'Idrologia, Ancona
stefano.sofia@regione.marche.it

Paola Cianfarra

Università degli Studi Roma Tre,
Dipartimento di Scienze-
Sezione Geologia, Roma
paola.cianfarra@uniroma3.it

La stagione invernale 2015-2016 sugli Appennini è stata caratterizzata da un innevamento inferiore alla media 2010-2015. Il cumulo di neve fresca è stato al di sotto dello 0,10 percentile nel calcolo del valore di SAI Index, ad evidenziare un inverno raro come scarsità di precipitazione. La neve, come nelle Alpi, è comparsa tardi e il maggior innevamento è stato nei mesi di febbraio e marzo. Tutte le elaborazioni sono state realizzate con un data base sperimentale di dati pubblicati on line e quindi non sono da ritenersi definitive.



INTRODUZIONE

La descrizione della nevosità degli Appennini è impegnativa per la distribuzione nord- sud della catena montuosa e per la diversità climatica fra il versante tirrenico e quello adriatico.

Oltre a questa complessità morfologica, si aggiunge anche la difficoltà di reperimento dei dati di altezza neve e di spessore del manto nevoso dalla Liguria fino alla Sicilia.

In bibliografia i lavori a disposizione non sono molti e generalmente relativi a singole regioni come l'Emilia Romagna (Cacciamani e Tomozeiu, 2001; Govoni, Marletto, 2005, De Bellis et al., 2010), le Marche (Sofia, 2016) o il Molise.

L'intera catena montuosa, dal punto di vista nivologico, è trattata in alcuni lavori di meteorologia e climatologia (Fazzini et al. 2005, 2006) e, in maniera esaustiva in "La nevosità in Italia nel quarantennio 1921-1960 (gelo, neve e manto nevoso)" di Gazzolo e Pinna (1973).

Nel presente lavoro sono state utilizzate le banche dati di alcune regioni (<http://dexter-smr.arpa.emr.it/Dexter>, www.arpa.piemonte.it, www.protezionecivile.marche.it), di presentazioni di alcuni autori (http://www.geologimarche.it/wp-content/uploads/2012/11/Fazzini_Idrogeologia2012_estratto.pdf), dati provenienti da comunicazioni personali (www.meteomolise.it, <http://marcopifferetti.altervista.org/>) e da alcuni bollettini valanghe del Meteomont (www.meteomont.org).

Con questi dati è stato possibile costruire un data base sperimentale per il calcolo del SAI Index del cumulo di neve fresca sul medio periodo (1980-2016).

Inoltre, per la stagione invernale 2015-2016, sono state ricavate delle mappe sperimentali sullo scarto percentuale della neve al suolo rispetto alla media determinata sul periodo 2010-2015.

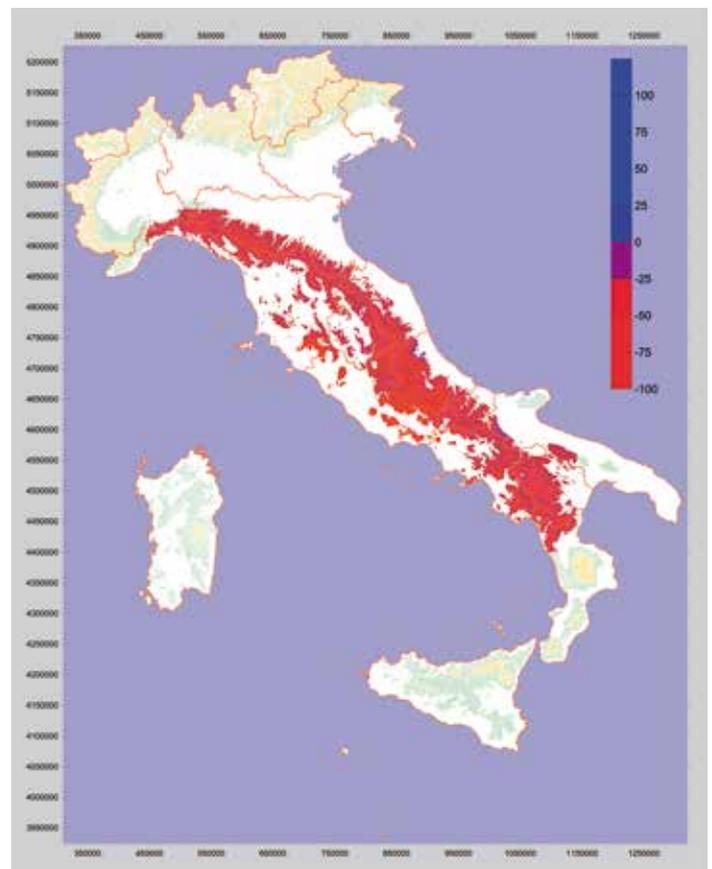
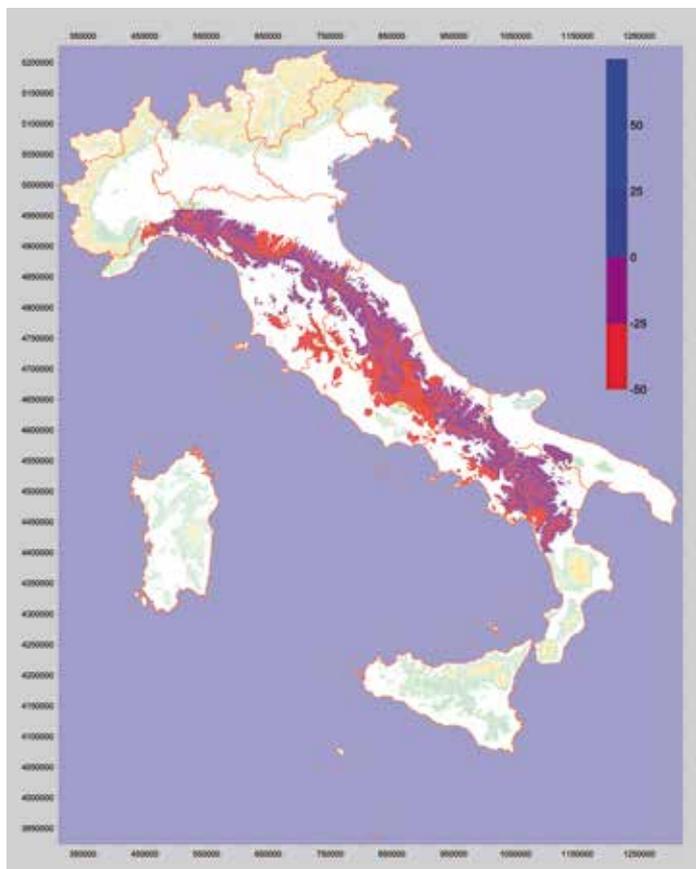
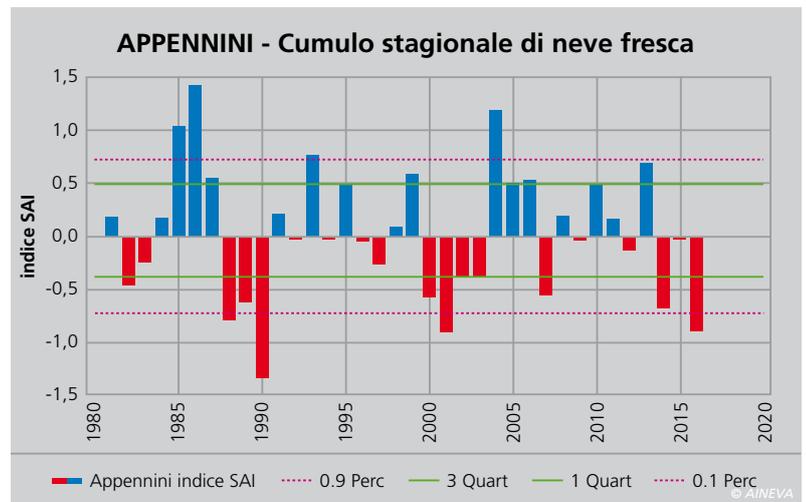
CUMULO STAGIONALE DI NEVE FRESCA (SAI Index)

Per la determinare l'indice SAI (Giuffrida e Conte, 1989) del cumulo stagionale di neve fresca, sono state utilizzati i dati di 24 stazioni dall'Emilia Romagna al Molise. Non sono stati utilizzati i dati della Li-

A destra:
Fig. 1 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per gli Appennini.

Sotto, da sinistra a destra:
Fig. 2 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del periodo gennaio-marzo 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2010-2015.

Fig. 3 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di gennaio 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2010-2015.



guria, Campania, Calabria e della Sicilia. L'indice elaborato sulla media di tutti i valori disponibili nel periodo 1980-2015 per la stagione 2015-2016 (Fig.1), evidenzia una stagione invernale 2015-2016 generalmente poco nevosa, con un indice che si pone al di sotto dello 0,1 percentile.

Essendo questo tipo di elaborazione bastato su una popolazione di dati non molto consistente, il risultato pur indicativo deve considerarsi sperimentale e suscettibile di variazioni con l'acquisizione di nuove serie storiche.

ALTEZZA DELLA NEVE AL SUOLO

Per realizzare la mappa delle variazioni degli spessori della neve al suolo, sono stati utilizzati i dati di oltre 50 stazioni dalla Liguria alla Calabria. I dati della Sicilia e della Calabria non sono stati analizzati. Nel complesso, in tutti i settori dell'Appennino, la stagione invernale è stata caratterizzata da uno spessore della neve inferiore alla media del periodo 2010-2015 (Fig. 2). Le prime elaborazioni indicano il versante tirrenico con meno neve rispetto al versante adriatico.

Anche sugli Appennini come sulle Alpi, nei vari mesi lo spessore della neve al suolo è stato variabile. Il mese di gennaio è stato scarsamente nevoso con spessori inferiori di oltre il 50 % rispetto alle media in molte zone (Fig. 3). I mesi febbraio (Fig. 4) e marzo (Fig. 5) sono stati più nevosi di gennaio ma gli spessori della neve al suolo, pur con un deficit minore rispetto al mese di inizio anno, sono stati inferiori alla media 2010-2015, in quasi tutti i settori.

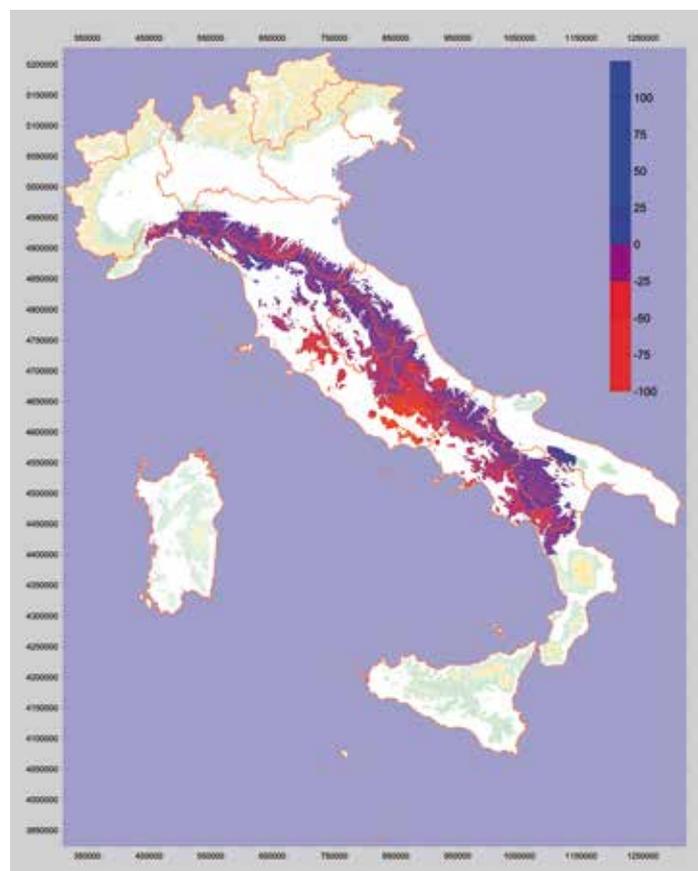
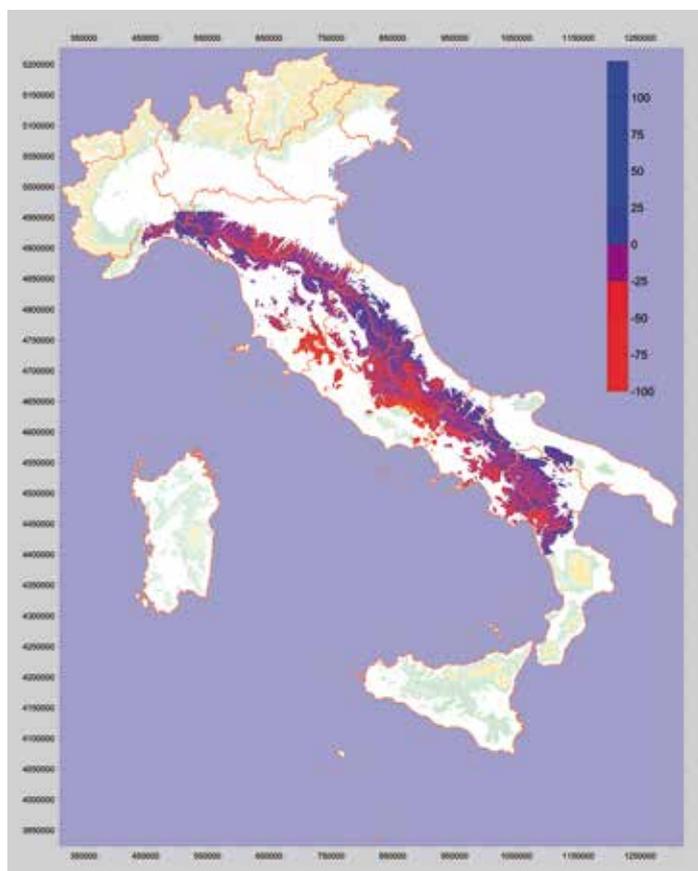
Le mappe devono considerarsi ancora sperimentali.

Bibliografia

- Cacciamani C., Tomozeiu R., 2001. Characteristics of the climate variability of Summer and Winter precipitation regimes in Emilia-Romagna. Quaderno tecnico n.2/2001. ARPA-SMR, Emilia-Romagna, Bologna, 14 pp.
- De Bellis A., Pavan V., Levizzani V., 2010. Climatologia e variabilità interannuale della neve sull'Appennino Emiliano Romagnolo. Quaderno Tecnico ARPA-SIMC n°19/2010, pag 118
- Fazzini M., Frustaci G., Giuffrida A., 2005. Snowfall analysis over peninsular Italy in relationship to the different types of synoptic circulation: first results. Croatian Meteorological Journal – The 28th conference on Alpine Meteorology (ICAM-MAP), 650-658
- Fazzini M., Magagnini L., Giuffrida A., Frustaci G., Di Lisciandro M., Gaddo M., 2006. Nevosità in Italia negli ultimi 20 anni. Neve e Valanghe, 58, pag 22-33.
- Gazzolo T., Pinna M., 1973. La nevosità in Italia nel Quarantennio 1921-1960 (gelo, neve e manto nevoso). Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore, Servizio Idrografico. Pubblicazione n. 26 del Servizio. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 216 pp.
- Giuffrida A., Conte M., 1989. Variations climatiques en Italie: tendencies des temperatures et des precipitations. Publ. Ass. Int. Climatologie, 2, 209-216.
- Govoni C., Marletto V., 2005. Evoluzione della nevosità in Emilia Romagna. Quaderno tecnico Arpa-Sim, n. 17-2005, Bologna, 38 pp.
- Sofia S., 2016. Rendiconto degli eventi valanghivi sui Sibillini per il periodo 2004-2016. 285 pp.

Sotto, da sinistra a destra:
Fig. 4 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di febbraio 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2010-2015.

Fig. 5 - Mappa con la spazializzazione dello spessore medio del mese di marzo 2016 espresso come scarto dal valore medio misurato nel periodo 2010-2015.



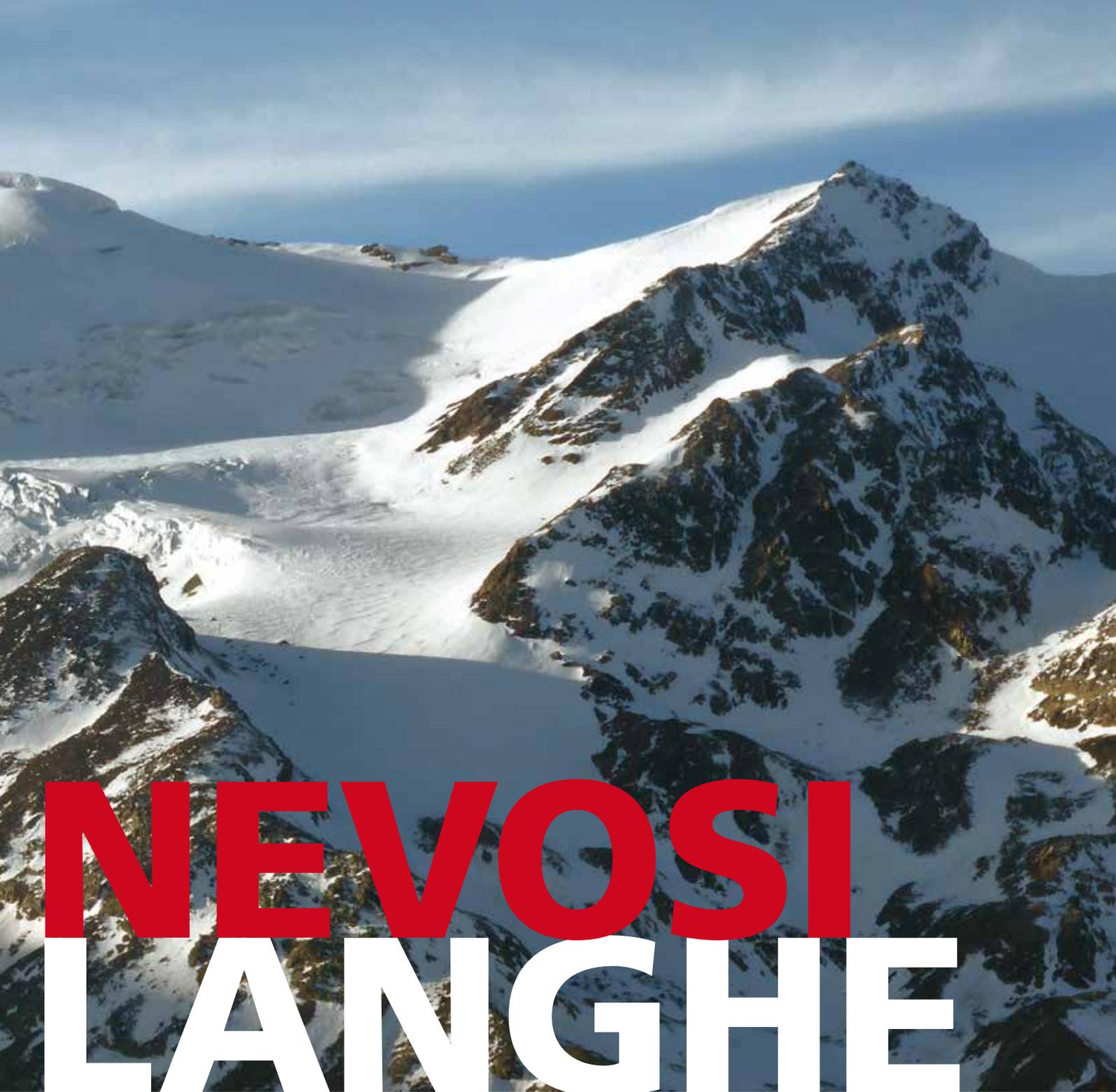


**Episodi nivometeo
e problematiche
sul territorio nella
stagione invernale
2015-2016**

EVENTI
eVA

A cura dei
Servizi Valanghe AINEVA

Hanno collaborato alla stesura dei rendiconti regionali:
Daniele Moro (Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia),
Mauro Valt, Renato Zasso, Giuseppe Crepez, Valter Cagnati, Tiziana Corso (Regione Veneto),
Alberto Trenti, Walter Beozzo, Gianluca Tognoni (Provincia Autonoma di Trento),
Lukas Rastner, Fabio Gheser (Provincia Autonoma di Bolzano), **Alfredo Praolini, Luigi Bonetti,**
Marco Pedrini, Eraldo Meraldi, Matteo Fioletti, Flavio Berbenni (Regione Lombardia),
Giovanna Burelli, Andrea Debernardi, Stefano Pivot (Regione Autonoma Valle d'Aosta),
Maria Cristina Prola, Mattia Faletto, Davide Viglietti (Regione Piemonte),
Stefano Sofia (Regione Marche)



NEVOSI LANGHE

In questo articolo sono descritti, per i vari territori amministrativi, gli eventi nivometeorologici più significativi della stagione invernale 2015-2016 e le principali ricadute che questi eventi hanno avuto sul territorio. I report, realizzati dai vari servizi valanghe regionali e provinciali aderenti all'AINEVA, non sono certamente esaustivi dell'andamento della stagione invernale a livello locale, ma sono dei "focus" mirati che hanno lo scopo di evidenziare le problematiche più rilevanti che si sono manifestate nelle singole realtà e che hanno avuto ricadute importanti sulle attività economico-produttive e sul sistema di protezione civile.

REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA

La stagione nivologica invernale 2015-2016 inizia sotto il punto di vista delle precipitazioni decisamente sottotono. I prelude che si era in presenza di un periodo decisamente secco li avevamo avuti già a novembre quando a causa dell'instaurarsi di un vasto anticiclone al nord delle Alpi si sono avute condizioni meteorologiche completamente fuori norma, le giornate infatti risultavano splendidamente terse e le temperature anche in montagna risultavano gradevolissime per il periodo, cosa veramente insolita per il mese di novembre caratterizzato

sovente da giornate estremamente piovose e umide.

A tal proposito si sottolinea che lo zero termico si è attestato spesso sui 4000 m, mentre le temperature massime a 1700 m nelle prime due decadi hanno superato spesso i 15°C. La prima neve in montagna è apparsa il 21 novembre con circa 20-35 cm oltre i 1300 m circa, ciò grazie da un episodio perturbato che ha permesso l'irruzione di aria fredda dal nord Europa portando ad un generale abbassamento delle temperature.

Dopo tale episodio e per gran parte del mese di dicembre abbiamo visto il reinstaurarsi in modo preponderante dell'anticiclone di matrice africana che ha condizionato il tempo e le temperature ovunque in Italia e anche su gran parte del nord Europa per tutto il mese.

Seppure nei fondovalle, a causa dello ristagnare delle nebbie, le temperature si siano mantenute grossomodo nella norma stagionale, in quota invece, a causa delle forti inversioni termiche avutesi, abbiamo assistito a delle consistenti anomalie, basti pensare che la temperatura media mensile è risultata superiore di ben 6-7 gradi rispetto alle medie storiche e le precipitazioni sono state quasi completamente assenti (Figg. 1 e 2).

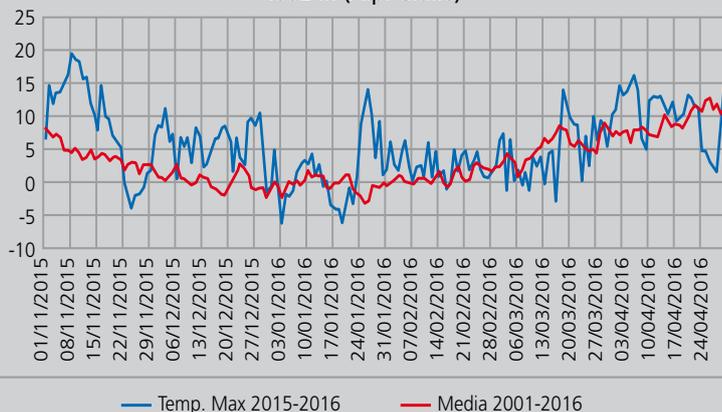
I primi giorni dell'anno 2016, hanno visto finalmente un abbassamento delle temperature, che sono così rientrate nella norma stagionale anche in montagna e l'arrivo anche delle prime precipitazioni. Il 2 gennaio infatti ha nevicato con modeste quantità fino in pianura. Per la prima vera nevicata però abbiamo dovuto aspettare fino all'11 gennaio quando, grazie ad una intensa sciroccata in montagna sono caduti dai 10 ai 30 cm di nuova neve a 1800 m. Le Prealpi però sono state maggiormente penalizzate in termini di quantità in quanto ha piovuto fino alle massime quote a causa delle temperature ancora una volta troppo elevate. I giorni successivi però abbiamo assistito al primo vero assaggio d'inverno in quanto, grazie all'aria fredda scesa dalla Scandinavia le temperature sono crollate ovunque portando il gelo anche in pianura. Tale fase però è stata alquanto breve in quanto a seguito del riaffermarsi in modo preponderante dell'anticiclone africano le temperature sono risalite in modo anomalo specialmente in quota raggiungendo valori da record come ad es. i 12 °C registrati sul Monte Zoncolan a 1750 m di quota il 26 gennaio.

Una vera svolta sotto il punto di vista nivologico riguardo le quantità di neve caduta si è avuta nel mese di febbraio che in seguito al susseguirsi di alcune perturbazioni transitate il 4 - 7 - 9 e 17 febbraio ha riportato gli spessori della neve al suolo nella media e anche oltre un po' ovunque. A fine mese la carenza di precipitazioni nevose patita nei mesi di dicembre e gennaio era ormai un ricordo. Una delle peculiarità di questa stagione invernale è stata l'abbondanza di preci-

Fig. 1 - Monte Borgà con i libri di S. Daniele il 26 dicembre 2015 in un ambiente in assenza totale di neve.



STAZIONE AUTOMATICA DI SELLA DI SOMPDOGNA
1392 m (Alpi Giulie)



© AINEVA

Fig. 2 - Temperatura massima e media dell'aria misurata dalla stazione automatica di Sella di Sompdogna, 1392 m, Alpi Giulie.

pitazioni nevose concentrate in un breve periodo (circa 30 giorni) e la distribuzione insolita sul territorio dell'innevamento. Infatti nella zona occidentale e centrale della regione è nevicato almeno quanto è nevicato sulla fascia orientale, ciò in controtendenza rispetto al fatto che normalmente nevica sempre di più sulle Alpi Giulie.

La prova di quanto affermato sta nell'esaminare il grafico qui accanto che mostra come in un solo mese in Piancavallo si siano raggiunti quasi i massimi livelli di sommatoria neve fresca annuali misurati negli ultimi 43 anni (Fig. 3).

Il periodo inizio di febbraio - metà marzo è risultato quello più nevoso dell'intera stagione invernale. Di contro a fine stagione sono venute a mancare le precipitazioni del mese di aprile, che sono di solito cospicue anche se solo in quota. Ad aprile inoltre anche le temperature sono state particolarmente elevate per il periodo. Per quanto riguarda gli eventi valanghivi, in particolare quelli più rilevanti, si sono concentrati anch'essi nel periodo di massime precipitazioni e di conseguenza massimi spessori di neve al suolo.

Anche quest'anno, che le neviccate consistenti si sono concentrate un ristretto periodo di tempo, le valanghe staccatesi spontaneamente sono state di particolare rilevanza sia per quanto riguarda le dimensioni che per le distanze da esse percorse. Eventi particolari come ad esempio la valanga caduta lungo le pendici sud del Monte Raut in comune di Frisanco, cartografata nella CLPV con il n° 528 e denominata Muiè ha visto infatti la stessa percorrere l'intero canalone che passa nei pressi del santuario di Villa Santa Maria a Pian delle Merie e l'abitato di Poffabro, avvicinandosi come non mai ai fabbricati della zona. Un alto evento di particolare rilevanza è stato quello che ha interessato il canalone del Monte Ursic che sfocia poi in conca Prevala a Sella Nevea. In questo caso il soffio della valanga ha interessato sia la pista di rientro di Sella Prevala che la stazione di partenza della seggiovia in Conca Prevala provocando anche vari danni.

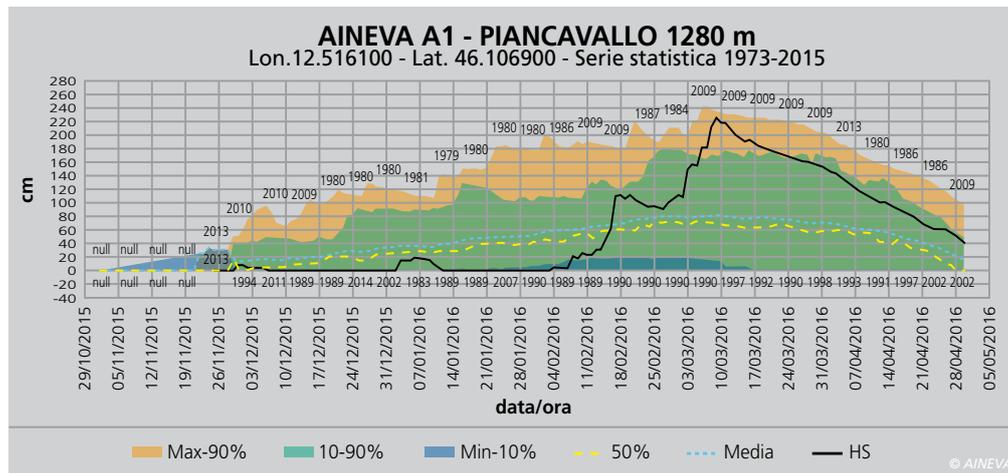


Fig. 3 - Analisi statistica della sommatoria di neve fresca presso la stazione di Piancavallo, 1280 m.

Fig. 4 - Versante meridionale di Cima Omo-Passo San Pellegrino il giorno di Natale 2015. L'unica neve presente sui versanti sud è quella programmata per le piste da sci. (Foto Renato Zasso).

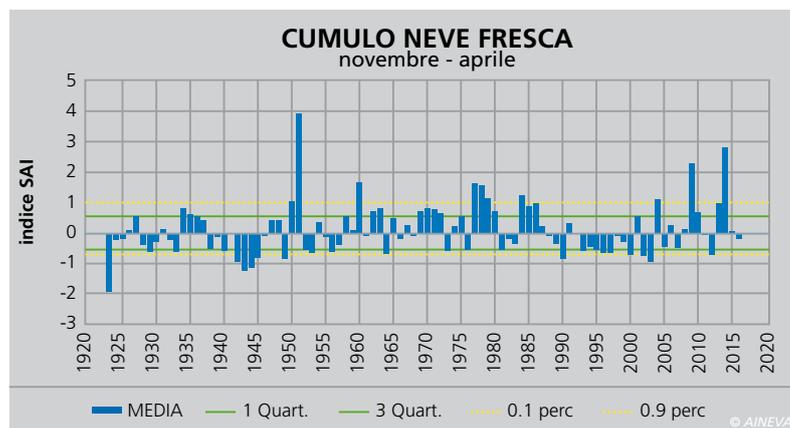


Fig. 5 - SAI Index calcolato per il cumulo stagionale di neve fresca elaborato per Alpi Venete.

In questa stagione è stato registrato solo un incidente da valanga di rilievo che ha coinvolto un maestro di sci che ha impegnato un percorso fuoripista lungo le pendici del monte Lussari, venendo travolto dalla massa nevosa che lui stesso aveva staccato, senza comunque conseguenze di rilievo, grazie anche al tempestivo intervento di due sciatori presenti fortuitamente in zona.

REGIONE DEL VENETO

La stagione invernale sulla montagna veneta è stata divisa in due parti: la prima secca e calda che è durata fino alla fine del mese di gennaio (Fig. 4), la seconda particolarmente nevosa. Si può affermare che l'inverno sia iniziato con le neviccate di febbraio.

Fig. 6 - Mese di gennaio 2016. Scarto percentuale del valore medio dell'altezza della neve al suolo (HS) del mese, rispetto alla media del periodo 2010-2015.

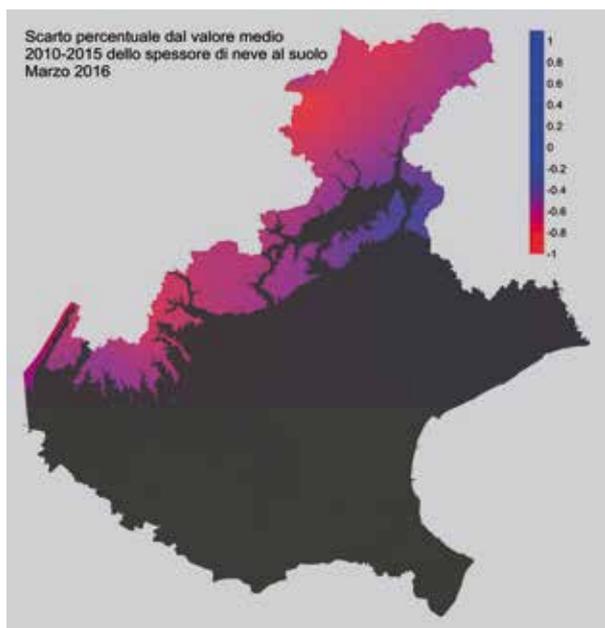
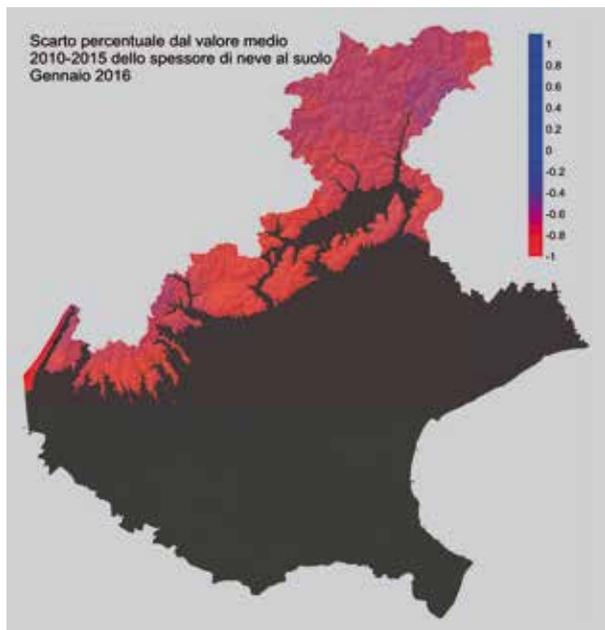


Fig. 7 - Mese di marzo 2016. Scarto percentuale del valore medio dell'altezza della neve al suolo (HS) del mese, rispetto alla media del periodo 2010-2015.

Fig. 8 - Copertura nevosa della montagna veneta espressa come percentuale del territorio disponibile per fascia altimetrica.

Dal punto di vista statistico del cumulo di neve fresca (HN), il periodo da novembre ad aprile, si pone nell'intervallo di una stagione invernale normale (Fig. 5) ma come

illustrato nel capitolo generale sull'innevamento dell'arco alpino italiano, la prima parte è stata la più secca almeno dagli anni '20, mentre la seconda parte è stata la 12ª più nevosa.

Nella Fig. 6 è rappresentato lo scarto dello spessore medio della neve al suolo (HS) per il mese di gennaio. In tutta la regione i valori sono negativi con un deficit medio del 85% di spessore di neve al suolo. Le nevicate di febbraio hanno incrementato il manto nevoso su tutto il territorio e il deficit è venuto a ridursi al 50% circa. In questo mese le Dolomiti settentrionali e le Prealpi vicentine risultano maggiormente innevate rispetto alle Dolomiti meridionali e ai rimanenti settori delle Prealpi. Con le nevicate della prima decade del mese di marzo, vengono raggiunti gli spessori massimi stagionali di neve al suolo su tutta la regione. Le nevicate sono particolarmente intense nelle Prealpi dove gli spessori raggiungono valori estremi. Nella Fig. 7 è evidente come gli spessori siano maggiori nelle zone dell'Alpago (Prealpi bellunesi) mentre nelle zone più interne delle Dolomiti (alto Agordino) gli spessori siano inferiori alla norma.

Con le nevicate della prima decade di marzo, viene anche raggiunta la massima estensione della copertura nevosa sulla montagna veneta come si può osservare nella Fig. 8. Dalla seconda decade di marzo in poi, inizia la fase di fusione del manto nevoso, con marcata diminuzione degli spessori e riduzione dell'estensione della copertura nevosa, il tutto favorito dalla mancanza degli strati basali di inizio inverno. Il manto nevoso diventa isotermico

nei primi giorni di aprile, in seguito alle miti temperature dell'aria che dal 26 di marzo in poi si registrano su tutta la montagna veneta. Queste condizioni si protrarranno fino al 21 di aprile.

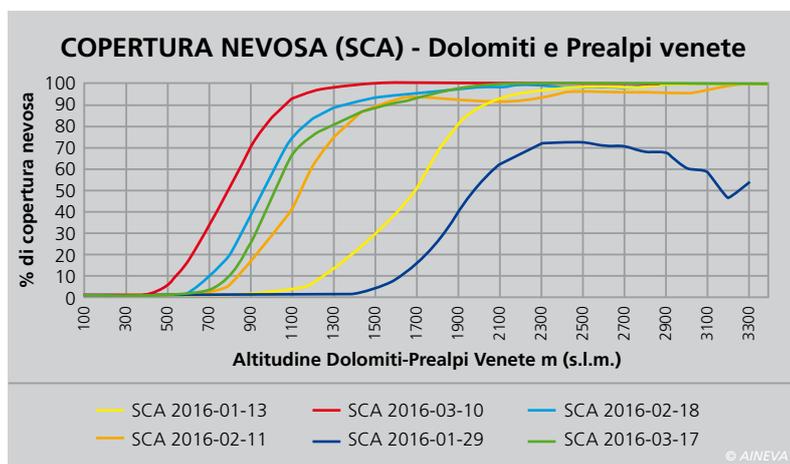
La fusione diventa accelerata e nelle Dolomiti lo spessore della neve al suolo torna rapidamente sotto i valori medi già a fine marzo (Fig. 9) mentre nelle Prealpi occorre aspettare ancora una decina di giorni (12 aprile).

In Fig. 10, è possibile osservare la riduzione in percentuale della copertura nevosa del giorno 24 marzo e del 20 aprile, rispetto all'estensione determinata con le immagini da satellite (MODIS) del 17 marzo, subito dopo la nevicata del 16 che aveva portato 30 cm di neve a 2200 m di quota.

Una serie di nevicate in quota alla fine di aprile e un mese di maggio fresco (-1,1 °C rispetto alla media) rallentano la fusione finale del manto nevoso specie dei depositi di neve da valanga e depositi di neve ventata che rimarranno in molti siti con buon riparo orografico per tutto il mese di giugno.

Per quanto riguarda la struttura del manto nevoso, alla metà del mese di gennaio nelle sole Dolomiti e oltre i 2000 m, la stratificazione è prevalentemente formata da uno strato base residuo della neve di novembre-dicembre, ricoperto da una crosta da pioggia dovuta all'evento dell'8-9 gennaio e dagli strati di precipitazione del 12 gennaio e delle giornate di vento e freddo che sono seguite.

Alla fine del mese di gennaio, dopo le giornate di freddo della seconda metà del mese e delle temperature miti di fine mese, la struttura è completamente trasformata in cristalli da crescita cinetica (FC) e anche gli strati sovrastanti risentono di questa evoluzione (Fig. 11a). Questa struttura rimarrà riconoscibile per tutta la stagione invernale. La stratificazione del 26 febbraio (Fig. 11b) chiude la prima parte dell'inverno iniziato, per modo di dire, con le nevicate della prima decade del mese. Negli strati basali è riconoscibile la struttura della neve del periodo novembre- gennaio, con la neve evoluta basale (cristalli DH), la crosta da pioggia dell'8-9 gennaio (MF), la neve tra-



sformata della seconda e terza decade del mese (FCxr) e i due sottili strati di neve fusa (MF) delle giornate miti di fine gennaio e inizi di febbraio (il giorno 1 febbraio la temperatura media è stata di +10 °C rispetto alla norma). Al di sopra di questa stratificazione, fra i 35 e i 50 cm di altezza, la neve del 7-10 febbraio (RG e DF), poi la neve delle precipitazioni del 14-16 febbraio (DF e RG), la crosta da fusione (MF) del caldo del 21 febbraio (+12 °C a 2200 m) quando si osservano molte valanghe di neve umida e bagnata specie lungo i versanti da nord-est, sud e ovest, e, infine, uno strato di brina di superficie (SH) deposto sopra la debole nevicata del 26 febbraio. Nell'episodio del 14-16 febbraio è stata osservata anche la presenza di "neve rossa" (sabbia sahariana).

La stratificazione del 4 marzo (Fig. 11c), evidenzia le abbondanti nevicate di fine febbraio e di inizio mese, con la brina di superficie (SH) ancora osservabile in profondità. Nei giorni seguenti vengono osservate valanghe di grandi dimensioni, come ad esempio sulla Marmolada, Monte Cristallo e in altre zone in quota. Dalla sera del 5 marzo vengono chiusi alcuni passi dolomiti.

Le precipitazioni più importanti avvengono nei giorni seguenti il rilievo del 4 marzo, con apporti nevosi di 50-80 cm di neve fresca nel pomeriggio di sabato 5 marzo e di ulteriori 20-40 cm fra il 7 e l'8 di marzo. In questi giorni si raggiungono i valori massimi di neve al suolo della stagione. La struttura del manto nevoso è come quella del 4 marzo, ma caricata del cumulo delle nuove precipitazioni. Anche in questi giorni l'attività valanghiva spontanea è importante con molte valanghe di medie dimensioni. Dopo questo periodo, che si chiude con la nevicata del 16 di marzo, inizia un importante assestamento del manto nevoso e un generale riscaldamento della neve. Nel profilo del 31 di marzo (Fig. 11d), la struttura del manto nevoso descrive ancora bene l'andamento invernale con le croste da fusione e rigelo (MF): quella a 40 cm di altezza del caldo del 1° febbraio, quella a 50-55 cm del caldo del 21 febbraio e quella a 110 cm determinata dal caldo della terza deca-

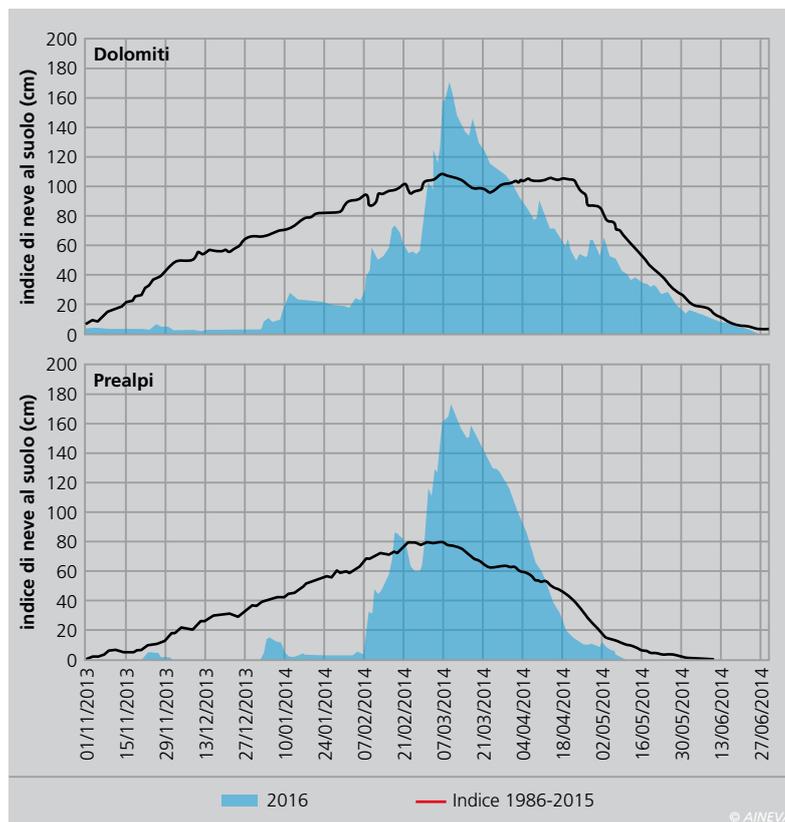


Fig. 9 - Indice di spessore del manto nevoso elaborato per le Prealpi venete e le Dolomiti.

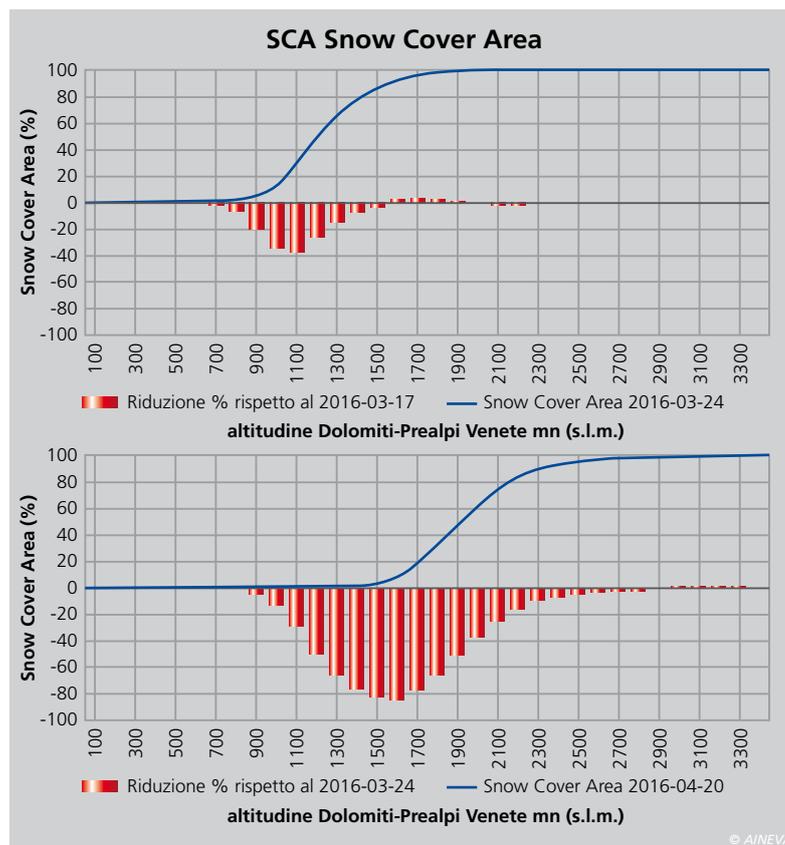


Fig. 10 - Variazione della copertura nevosa nella fase di ablazione primaverile.

de (19-22 marzo). La neve è ancora con una cristallizzazione invernale ma il profilo delle temperature è isotermico a 0 °C. I giorni seguenti al rilievo saranno caratterizzati da un'importante deposizione secca di sabbia sahariana che diventerà evidente

con le valanghe della seconda metà del mese di aprile quando apparirà alla vista dell'osservatore come piano di scivolamento delle valanghe. I profili seguenti della stagione saranno tutti formati da cristalli di neve fusa (MF).

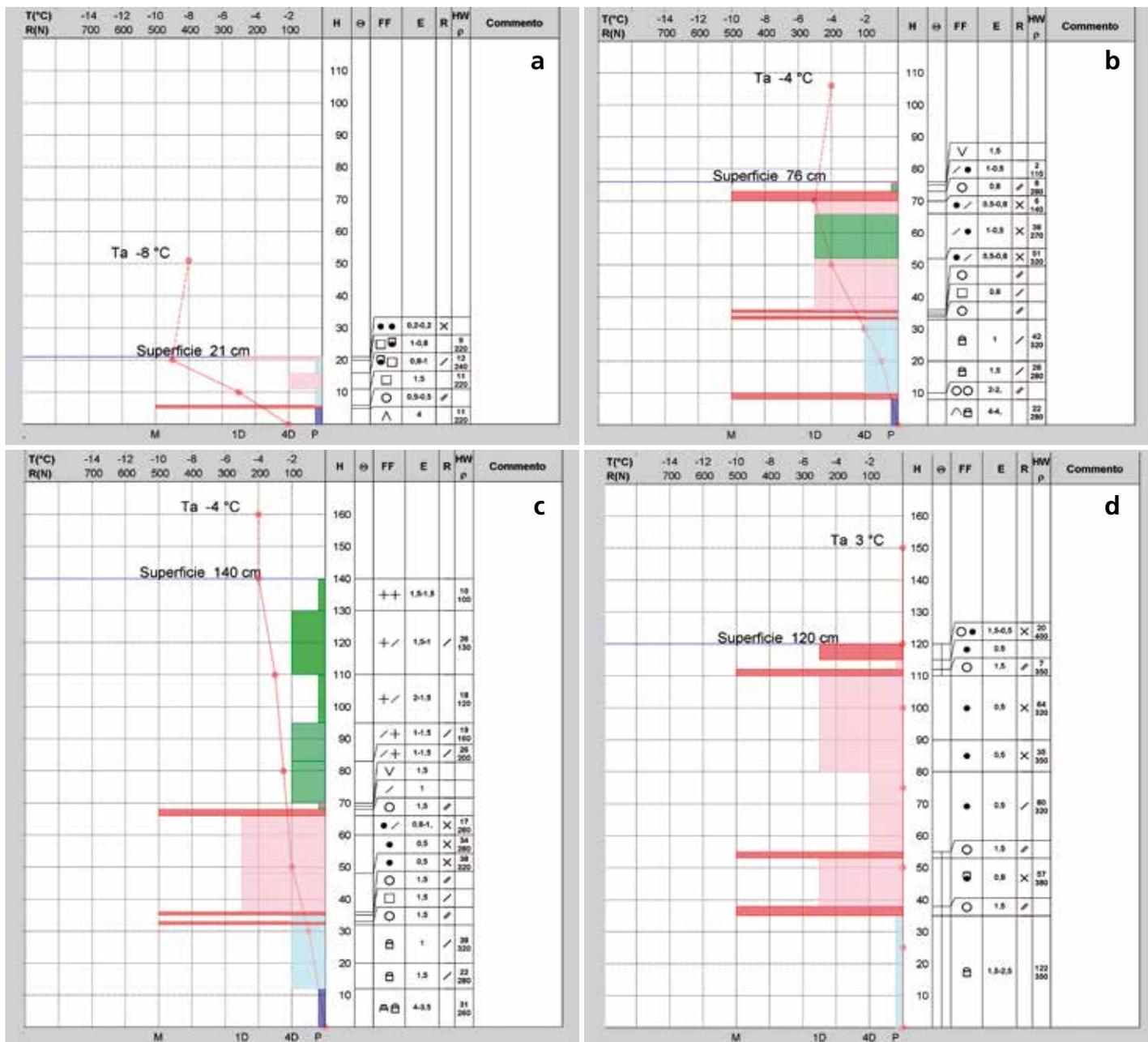


Fig. 11 - Profili del manto nevoso realizzati a Cima Pradazzo a 2200 m di quota che mostrano l'evoluzione del manto nevoso nel corso della stagione invernale:
 a) 27.01.2016,
 b) 26.02.2016,
 c) 04.03.2016,
 d) 25.03.2016.



Fig. 12 - Monte Antelao-Canale "Oppel". La freccia indica il percorso effettuato dalla valanga (Foto di repertorio G.A. Alex Pivrotto).

Nella stagione è noto un unico incidente da valanga, mortale, accaduto domenica 22 maggio 2016 con grado di pericolo valanghe moderato (grado 2-moderato). Nell'incidente ha perso la vita un alpinista che stava risalendo, con i ramponi ai piedi, la via normale del canalino "Oppel" situato nel versante NE del Monte Antelao (Dolomiti bellunesi). L'incidente è avvenuto verso le ore 12, nel tratto finale del canalino a 3100-3150 m di quota, a causa di un distacco spontaneo di una piccola valanga a debole coesione di neve umida che, scorrendo lungo lo stretto e ripido canale, ha travolto e trascinato verso valle l'alpinista (Fig. 12). Il corpo è stato ritrovato dal Soccorso Alpi-

no alla base del pendio, a 2500 m di quota, semisepolto e privo di vita a causa dei traumi provocati dagli urti contro le rocce. Il distacco della valanga ha interessato uno strato superficiale di neve recente caduta 2-3 giorni prima (20-40 cm circa) e si è verificato in prossimità della cresta in esposizione est. Considerando che in questo periodo dell'anno il sole in alta quota riscalda la neve già dalle prime ore del mattino, è ipotizzabile che la causa del distacco sia proprio da attribuire all'instabilità causata dall'irraggiamento solare che ha reso umida e instabile la neve recente. L'alpinista era un esperto della montagna, maestro di sci e guida escursionistica di Sesto Pusteria (BZ).

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

CARATTERISTICHE SALIENTI DELL'INVERNO

In Trentino la stagione nevosa appena trascorsa è stata caratterizzata da un'anomala distribuzione delle nevicate, pesantemente condizionate dalla quasi totale assenza di precipitazioni nel bimestre novembre-dicembre 2015 e dalle temperature che in tutto il periodo sono state decisamente sopra la media.

Dalle misurazioni degli spessori di neve al suolo (HS) e di neve fresca giornaliera (HN) effettuate presso i campi neve di Passo Tonale a 1880 m s.l.m. nel Trentino occidentale e quello di Passo Valles nel Trentino orientale a 2045 m s.l.m. (Fig. 13 a e b), si evince chiaramente sia la mancanza di precipitazioni nel citato bimestre, sia gli incrementi degli spessori di neve al suolo dovuti alle nevicate della prima decade di gennaio, a quella di febbraio e agli intensi episodi nevosi a cavallo tra febbraio e marzo.

Per le temperature si è invece scelto di prendere il grafico delle minime e massime giornaliere del campo neve di Malga Bissina a 1780 m s.l.m. nel Trentino Occidentale (Fig. 14) sia per la continuità del dato sia per la particolare ubicazione del sito che posto all'inizio della val di Fumo sul versante meridionale dell'Adamello è caratterizzato da un clima piuttosto rigido. Da tale grafico si nota che le temperature più fredde si sono avute a metà gennaio e poi sono andate incrementando fino alla primavera, con un episodio relativamente freddo a fine aprile.

Dal grafico delle anomalie di temperature (Fig. 15) registrate alla stazione di Trento Laste si può notare ancora meglio come l'inverno sia stato complessivamente mite, con temperature generalmente sopra la media ad eccezione del solo periodo di metà gennaio particolarmente freddo. Tale periodo è sopravvenuto quando gli spessori di neve al suolo erano ancora

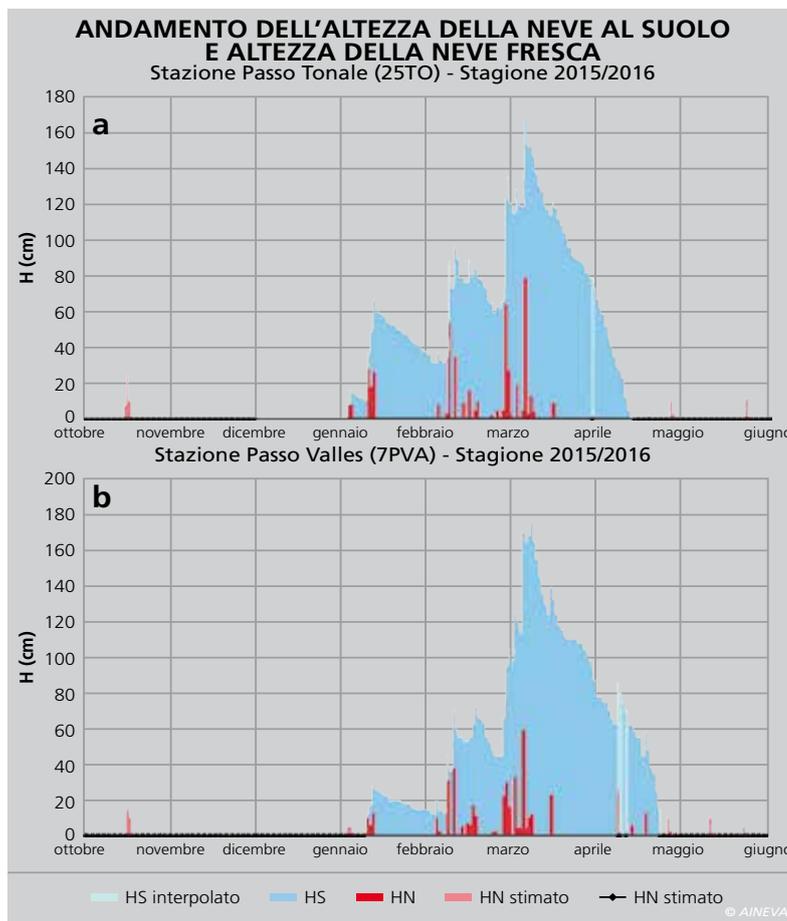


Fig. 13 - Spessori osservati di neve al suolo (HS) e di neve fresca caduta (HN) presso le stazioni di a) Passo Tonale, b) Passo Valles.

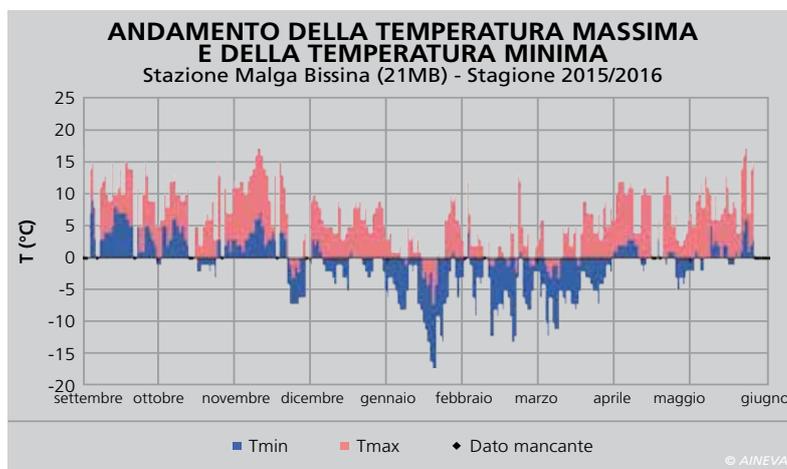


Fig. 14 - Malga Bissina: temperature massime e minime giornaliere osservate.

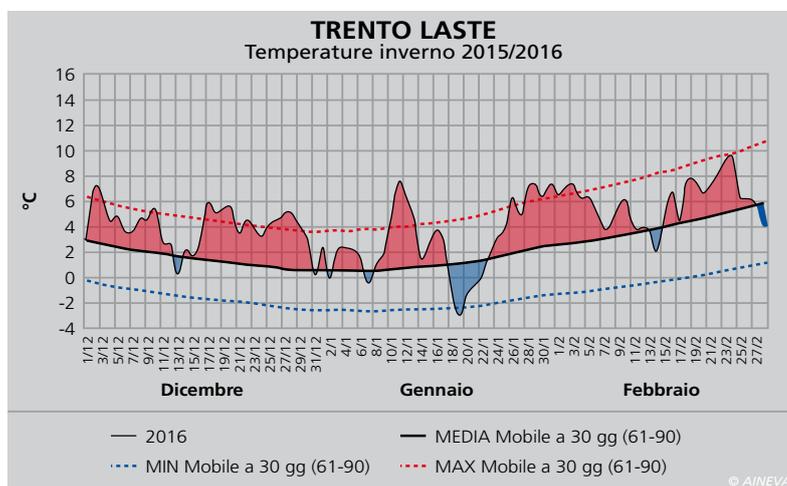
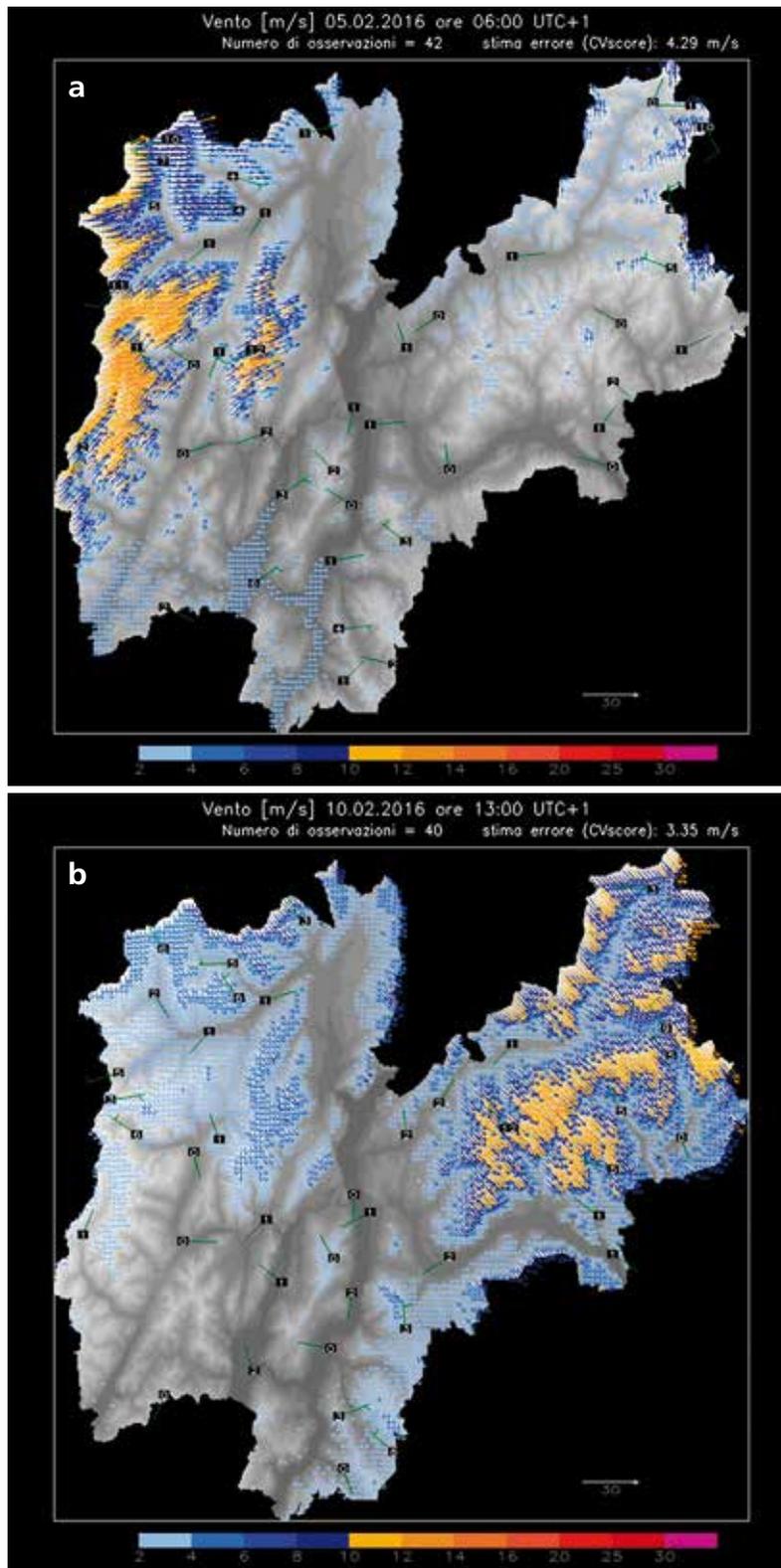


Fig. 15 - Andamento della temperatura giornaliera (°C) per la stazione di Trento Laste (dicembre 2015-febbraio 2016) espressa come anomalia rispetto alla media del periodo 1961-1990.

Fig. 16 - Direzione e velocità vento (m/s) alle ore 06.00 del 5 febbraio 2016 (a) e alle ore 13.00 del 10 febbraio 2016 (b).



esigui soprattutto a causa delle giornate di vento forte che hanno seguito le prime neviccate e anticipato il periodo di grande freddo. I modesti spessori di neve al suolo e le temperature eccezionalmente rigide hanno favorito la formazione di brine di profondità, che sono poi perdurate negli strati profondi soprattutto in alta quota fino alla fine della stagione. In genera-

le il manto nevoso in alta quota è stato spesso eroso dal forte vento verificatosi in occasione delle neviccate più significative. I principali fenomeni ventosi hanno avuto caratteristiche anche molto diverse nelle varie perturbazioni, risultando per lo più concentrati in alcuni settori geografici e solo in poche occasioni estesi uniformemente sull'intero territorio provinciale.

Se ne riportano due esempi, relativi alle giornate del 5 e del 10 febbraio 2016, con la direzione e velocità media oraria in metri al secondo del vento sul Trentino (Fig. 16 a e b).

Come accennato, la fine del 2015 è stata caratterizzata dalla forte carenza di precipitazioni e da temperature relativamente alte, così è stato in particolare per dicembre, totalmente privo di piogge e neviccate, con temperature medie molto superiori alla media (anche di 2-3 gradi in diverse zone del Trentino). La copertura nevosa del territorio trentino è stata conseguentemente insignificante fino alla fine dell'anno; è esemplare al riguardo l'immagine (Fig. 17) del 26 dicembre ottenuta dall'elaborazione di dati satellitari (Modis) dove appare chiaramente la presenza di neve solo in corrispondenza dei rilievi più elevati (circa il 2% del territorio), mentre normalmente in questo periodo risulta innevata anche buona parte del territorio alle quote medie.

I grafici di copertura nevosa e limite altitudinale della presenza di neve al suolo riportati nella Fig. 18, anch'essi elaborati in base alle informazioni acquisite dal satellite Modis, ci forniscono un'utile visione d'insieme della stagione. La copertura nevosa è espressa come percentuale della porzione di territorio innevato rispetto alla superficie totale del Trentino; il limite altitudinale rappresenta invece le quote più basse in cui si è riscontrata presenza di neve al suolo. In entrambi i grafici la curva rossa rappresenta il valore medio degli ultimi 15 anni mentre la linea rossa verticale segna il giorno a cui si riferisce l'immagine di Fig. 17; infine le ombreggiature grigie indicano le giornate in cui vi è stata significativa copertura nuvolosa. Da tali grafici si può notare come le prime deboli precipitazioni nevose che hanno interessato più estesamente il territorio provinciale si siano verificate a gennaio, mentre solamente a partire da febbraio hanno assunto una consistenza tale da riportare nell'ordinarietà la situazione di copertura nevosa. Si possono inoltre osservare verso sinistra le neviccate di fine ottobre e metà novembre che hanno in-

teressato i territori sopra i 2.000 metri di altitudine; in particolare la situazione di ottobre ha superato i valori medi di copertura nevosa degli ultimi 15 anni nello stesso periodo. È poi molto evidente la grande carenza di innevamento fino ai primi giorni di gennaio quando c'è stato un leggero innevamento di quasi tutto il territorio, superando anche in questo caso la situazione media per alcuni giorni. La seconda parte di gennaio è risultata di nuovo scarsamente innevata e solo a partire dal 10 febbraio l'estensione della copertura nevosa si è riportata vicina alla media dell'ultimo quindicennio, mantenendosi tale fino alla fine di aprile quando è ritornata ad essere sotto la media fino a fine stagione.

Si riporta infine una comparazione delle cumulate di neve fresca misurata giornalmente negli ultimi 30 anni presso i due siti di rilevamento scelti in quanto rappresentativi dei settori occidentali e orientali del trentino, Passo del Tonale e Passo Valles.

La Fig. 19a evidenzia chiaramente come, in entrambi i casi, le nevicate di dicembre e gennaio siano state decisamente inferiori alla media (linea gialla tratteggiata) e che solo in pochissime annate sono risultate più secche. I dati del trimestre febbraio-aprile (Fig. 19b) mostrano invece chiaramente come il fine dell'inverno appena trascorso sia risultato decisamente sopra alla media degli ultimi trent'anni (linea gialla tratteggiata) consentendo un "recupero" delle carenze verificatesi nel bimestre precedente fino a riportare le nevicate complessive stagionali sui valori storici medi dei cinque mesi analizzati (Fig. 19c).

ATTIVITÀ VALANGHIVA ED INCIDENTI

Anche dal punto di vista dei fenomeni valanghivi, la stagione appena conclusa è risultata molto particolare ed in linea con l'altrettanto anomalo andamento delle nevicate.

Fino alla prima decade di gennaio il manto nevoso è stato quasi totalmente

assente, anche alle quote più elevate (primo episodio stagionale significativo 9 e 10 gennaio che di fatto ha imbiancato il Trentino con poche decine di centimetri di neve fresca) (Fig. 20), poi è stato poco significativo fino ai primi di febbraio (secondo episodio stagionale importante 7, 8 e 9 febbraio, seguito da altri episodi minori), quando finalmente ha assunto spessori decisamente più consoni al periodo, anche se comunque ancora inferiori alle medie. Bisogna infatti attendere la fine dell'inverno meteorologico per registrare le precipitazioni nevose più importanti e quindi spessori di neve al suolo finalmente nelle medie stagionali (il 27 febbraio e poi il 5 marzo gli episodi più significativi ed importanti della stagione).

Due gli incidenti ufficialmente noti e do-

documentati che hanno visto l'intervento del soccorso organizzato, entrambi avvenuti in val di Fassa; tuttavia si hanno notizie pur frammentarie, di altri episodi valanghivi importanti che in alcuni casi solo fortuitamente non hanno coinvolto escursionisti ed in altri casi si sono comunque risolti senza feriti.

Il primo episodio stagionale noto si è verificato il giorno 29 febbraio a Canazei in località Belvedere, dove due sciatori fuoripista, padre e figlio minorenni cittadini slovacchi, nonostante il bollettino indicasse un pericolo di grado 4 a seguito di una abbondante nevicata appena conclusa, verso le ore 11.30 dopo aver scavalcato le recinzioni con affissa l'ordinanza di divieto di fuoripista del sindaco di Canazei, hanno intrapreso la discesa della

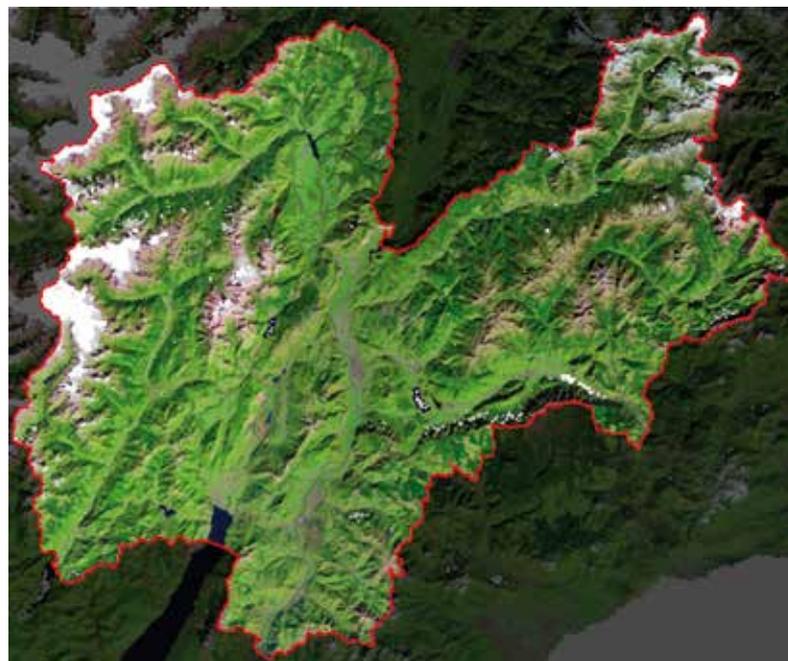


Fig. 17 - Mappa della copertura nevosa ricavata dall'elaborazione dell'immagine del satellite Modis che evidenzia lo scarsissimo innevamento al 26 dicembre 2015.

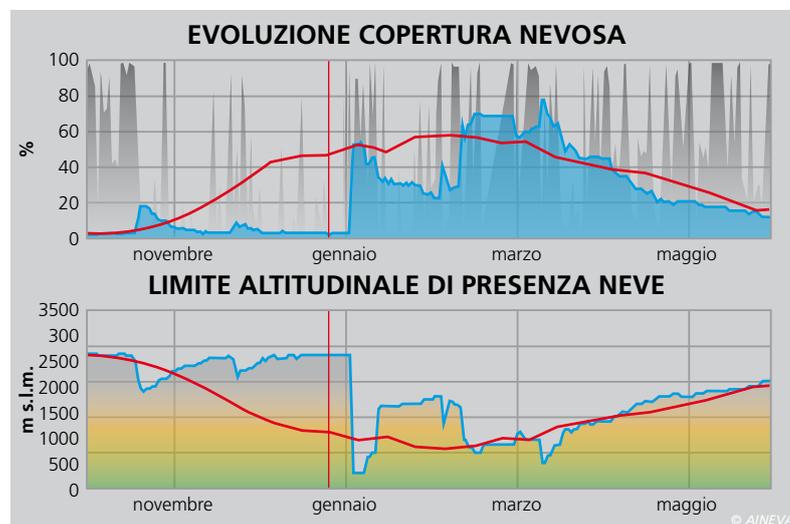
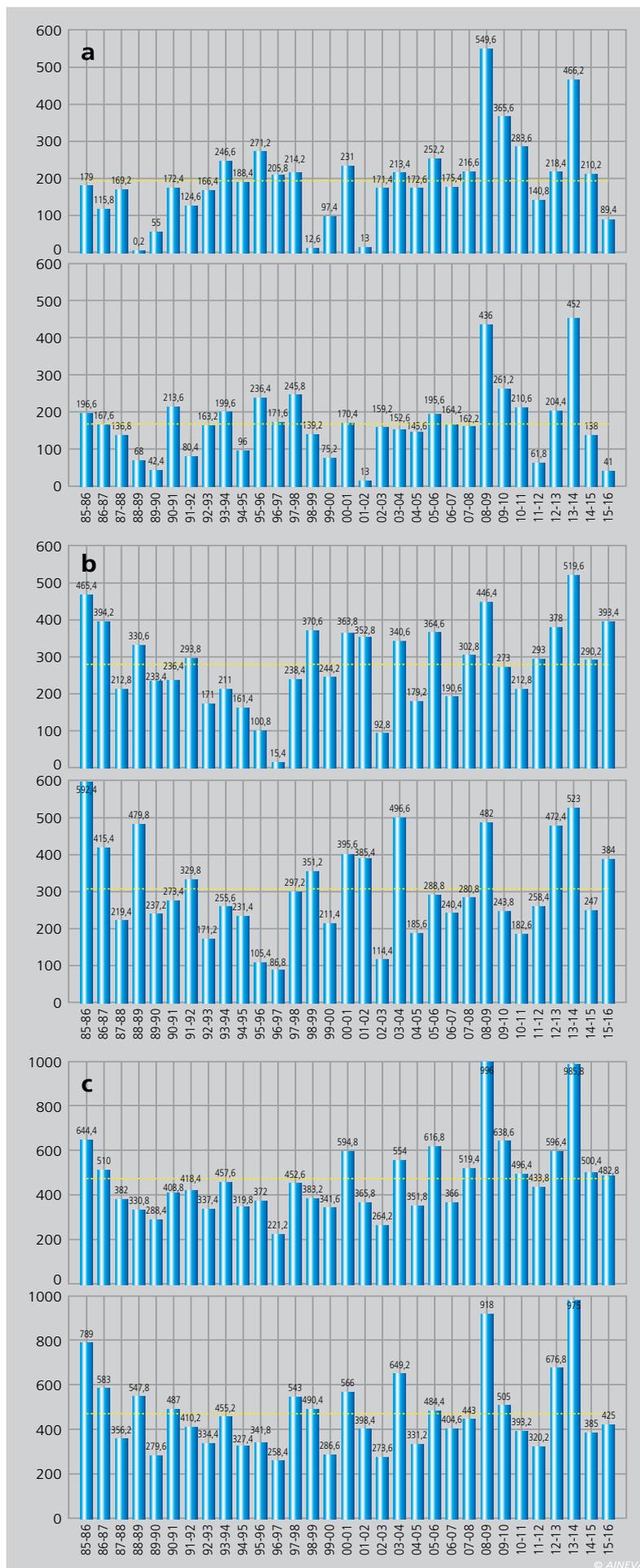


Fig. 18 - Andamento della copertura nevosa e della quota neve tra ottobre 2015 e maggio 2016.

Fig. 19 - Grafici delle cumulate stagionali di:
 Neve fresca (cm)
 caduta presso le stazioni
 di Passo Tonale (sopra) e
 Passo Valles (sotto)
 nel bimestre
 dicembre-gennaio (a),
 nel trimestre
 febbraio-aprile (b)
 e nei cinque mesi
 dicembre-aprile (c).



val Toè rimanendo quasi subito travolti e semisepolto da una valanga a lastroni soffici da loro stessi provocata. La valanga del fronte di circa 150 m con uno spessore al distacco di 30-50 cm, ha semisepolto gli sciatori che sono stati prontamente estratti dal personale del soccorso piste: illeso il ragazzo di 15 anni, rottura del femore per il padre di 38.

L'altro episodio che ha richiesto l'intervento dei soccorsi si è verificato il 21 aprile in Marmolada, dove due scialpinisti altoatesini erano impegnati nella salita con pelli di foca di punta Penia dal versante nordovest. Anche in questo caso gli sciatori verso le ore 11.00 sono stati travolti e semisepolto da una valanga a lastroni da loro stessi provocata. Fortunatamente gli escursionisti non hanno riportato ferite e all'arrivo dei soccorsi erano già usciti dalla massa nevosa, sembra aiutati da un altro escursionista in transito. Dal punto di vista nivologico si tratta di un distacco a lastroni di piccole/medie dimensioni provocato per sovraccarico dagli escursionisti stessi su uno strato superficiale di 20-30 cm di neve fresca recente trasportata dal vento, poggiate su uno strato sottostante molto più duro e stabile; il distacco è avvenuto ad una quota di 2750 m circa su terreno molto ripido esposto a nordovest, ma in una condizione di forte riscaldamento, basti pensare che la quota dello zero termico prevista alle ore 14.00 per quel giorno era a 3600 m, ed il bollettino valanghe in quei giorni indicava un pericolo debole al mattino ma in rapido aumento per riscaldamento nelle ore centrali del giorno. Da notare che secondo alcuni testimoni, poco prima di questo distacco gli stessi escursionisti nel transitare sotto il ripido versante nord della montagna, con una dinamica del tutto simile, avevano già staccato una prima valanga che li aveva solo parzialmente coinvolti senza seppellirli.

Significativi anche altri episodi valanghivi che talvolta solo fortuitamente non hanno coinvolto escursionisti o sciatori ma che sono comunque sin-

tomatici di una situazione nivologica particolare: uno di questi è avvenuto sempre in Marmolada il giorno 9 aprile quando in località Col del Bous a quota 2700 m nel primo pomeriggio si è staccata, sembra spontaneamente, una massa nevosa che ha interessato una ampia zona a margine pista, fortunatamente senza interessare persone o cose. Il grado di pericolo previsto per quel giorno dal bollettino valanghe era 2 moderato in aumento a 3 marcato per nuove nevicate e vento forte.

Indubbiamente il periodo più significativo della stagione è quello che inizia il 27 febbraio, ormai quasi al termine dell'inverno, quando una prima forte nevicata e successivamente una serie di precipitazioni che seguiranno nella settimana con brevi intervalli fino all'episodio del giorno 5 marzo, portano l'innevamento da molto scarso fino a quel momento ad abbondante, specie in quota ed in particolari aree montuose; in pochi giorni singole nevicate, mediamente di 40-60 cm di neve fresca, con punte anche superiori sui settori occidentali, fanno più che raddoppiare gli spessori della neve al suolo rendendo i versanti ripidi molto instabili. Infatti dopo la valanga provocata il giorno 29 febbraio a Canazei di cui sopra, importanti eventi valanghivi vengono osservati a più riprese in varie località in alta quota. Molto significativa la valanga spontanea scesa in alta val di Sole vicino a passo del Tonale e ghiacciaio Presena il giorno 1 marzo, quando dalla Busazza, imponente montagna che sovrasta uno dei più frequentati fuoripista della zona, si stacca spontaneamente e scende una grande valanga, in parte nubiforme, fino sul fondovalle sottostante, risalendo in parte il versante opposto (Fig. 21). Il distacco avviene alle ore 9.12, qualche manciata di minuti dopo il passaggio di diverse decine di *freeriders* impegnati nel primo giro mattutino sui rinomati percorsi "Sgualdrina" e "Cantiere" nel comprensorio sciistico Tonale-Presena. Se il distacco fosse

avvenuto solo pochi minuti prima la grande nube avrebbe sorpreso molti degli sciatori proprio nel bel mezzo di un lungo tratto pianeggiante dove poi si è accumulata la gran parte della massa nevosa prima di risalire il versante opposto e dove, guarda caso, gli sciatori sono molto lenti e gli snowboarder perlopiù appiedati. Per mole e dimensioni è una valanga con tempi di ritorno fra i 30 e 50 anni.

Il giorno 5 marzo durante l'ultima grossa nevicata della settimana un'altra grande valanga spontanea a lastroni sempre nella zona del Presena si stacca proprio all'imbocco del canale denominato "Della sgualdrina" e scende lungo la valletta per qualche centinaio di metri; la massa nevosa è importante

ma non si registrano travolti. Il giorno seguente la grossa precipitazione termina lasciando al suolo in 24 ore mediamente 30-60 cm di neve fresca su tutto il Trentino, fino a 100-110 cm nella zona Adamello-Presena, il sole compare rapidamente, fa molto freddo ed il vento in quota è molto attivo. Nella giornata si osservano ancora alcune rare e grandi valanghe spontanee a lastroni a Cresta Croce e sulla vedretta del Pisganino, anche queste per dimensioni e mole classificabili con tempi di ritorno almeno quindicinali o ventennali; il bollettino valanghe indica un pericolo di grado 4-forte (Fig. 22). Nello stesso giorno una grande valanga scende anche nel Trentino orientale, in Marmolada; come non si



Fig. 20 - 26/01/2016 veduta panoramica dal ghiacciaio del Careser 3100 m ca., verso il Cevedale 3769 m. Siamo nel pieno dell'inverno ma la scarsità di neve è più che evidente. Solo sui ghiacciai il manto è continuo con spessori significativi, ma decisamente sotto le medie del periodo.



Fig. 21 - Busazza. Evento abbastanza raro e significativo quello avvenuto il 1 marzo 2016 alle ore 9.12; ben documentato anche con un video da alcuni freeriders presenti: #valangabusazza

Fig. 22 - Cresta Croce. Anche la grande valanga di cresta Croce non è un evento che si vede molto di frequente con queste dimensioni. Fortunatamente quella provocata, scesa nello stesso posto la seconda volta verso fine marzo, era di dimensioni minori e l'incidente non ha avuto conseguenze importanti per i travolti.



Fig. 23 - Tipico per dicembre 2015: niente neve, innevate solo le piste dei comprensori. Nella foto il comprensorio di Valles e Monte Cuzzo il 4.12.2015. Fonte: immagine satellitare, Sentinel 2, Copernicus Sentinel Data.



vedeva da un bel po' di tempo si stacca nei pressi della cresta di Serauta, attraversa la pista ed interessa varie infrastrutture arrivando fino nei pressi del lago Fedai. Altri episodi di cui si hanno solo notizie frammentarie, con valanghe a lastroni di tipo provocato, molto più piccole ma con il coinvolgimento di escursionisti, sembrano scese verso la fine di marzo a Cresta Croce, versante ovest nel medesimo sito della grande valanga del 6 marzo, con il travolgimento di 8 scialpinisti tedeschi impegnati alla salita con le pelli al rifugio Caduti dell'Adamello; questi secondo alcune testimonianze, sembra siano stati tutti travolti, semiseppolti e liberati da soli, rimanendo tutti illesi, ma perdendo alcuni sci. Ultimo episodio della stagione il giorno 2 maggio, dopo una nevicata di circa 50 cm di neve fresca uno sci alpinista solitario impegnato nella salita con le pelli dal rifugio Mandron "Città di Trento" verso la bocchetta degli sciatori

al Presena, in un punto non bene definito, stacca una valanga a lastroni umida che nella nebbia lo travolge lasciandolo semiseppolto; anche in questo caso lo sci alpinista molto fortunatamente riesce a liberarsi da solo senza danni.

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

ANDAMENTO METEOROLOGICO

L'inverno 2015/16 è iniziato tardi. Anche se a fine novembre dopo la prima nevicata lungo la cresta di confine, in Val Senales si è registrato il primo incidente, dopo, e per un lungo periodo, della "dama bianca" si sono perse le tracce. Tutto dicembre è stato asciutto e l'unico bianco che si scorgeva in montagna erano le strette strisce delle piste coperte con neve programmata

(Fig. 23). Solo all'inizio di gennaio è, anche se poca, arrivata la tanto attesa neve. Il giorno 8 gennaio, tardi come mai finora, è stato pubblicato il primo bollettino valanghe. Complessivamente in questo inverno l'altezza neve è stata sotto la media, anche se a febbraio alcune stazioni di rilevamento hanno raggiunto i valori medi e brevemente all'inizio di marzo sono stati anche superati. A questa stagione invernale va collegato anche un drammatico evento: l'incidente in valanga sul Monte Nevoso sopra Riva di Tures, dove sei sci alpinisti hanno perso la vita.

Novembre 2015 è stato un mese eccezionalmente secco, solo negli ultimi giorni lungo la cresta di confine con uno stau da nord è caduta un po' di neve. Un campo molto stabile di alta pressione con una continua situazione d'inversione termica ha caratterizzato il mese di dicembre. Nella zona di Bolzano dal 30 ottobre fino all'1 gennaio compreso, non si è misurata nessuna precipitazione, e rappresenta il periodo più lungo di tempo asciutto continuo dall'inverno 1992/93. In quell'anno, tra dicembre e marzo, non si registrarono precipitazioni per 103 giorni consecutivi. Altresì, in montagna era a volte più mite che non nei fondovalle profondi e quindi anche la produzione di neve nei comprensori sciistici era limitata.

Gennaio 2016 è stato più freddo degli ultimi 4 – 5 anni ma comunque con uno scostamento positivo rispetto il lungo periodo 1981/2010 di +0,5 °C/+1 °C. Tra il giorno 2 e 3 gennaio si registra la prima nevicata diffusa su tutto il territorio provinciale, ma con scarsi apporti. Dopo diversi piccoli eventi nevosi consecutivi, in alta quota l'11 gennaio irruppe l'inverno, specie dalle Alpi Sarentine fino le Vedrette di Ries. Nella zona della Valle Aurina dal 9 all'11 gennaio sono caduti fino 70 cm di neve (Stazione automatica di Malga Fadner). Alla Malga Tramin in alta val Sarentino erano 50 cm. La maggior precipitazione fu misurata dalla stazione di Terento con circa 71 mm. Il giorno 11 con il passaggio del fronte freddo ci furono anche alcuni temporali invernali. Il resto del mese di gennaio passò poi molto

tranquillo e senza precipitazioni, fatta eccezione per qualche fiocco di neve o goccia di pioggia lungo la cresta di confine. Febbraio ha portato tempo piuttosto mite e bagnato. Se si considera solo l'inverno meteorologico (dicembre, gennaio e febbraio), il bilancio delle precipitazioni invernali risulta equilibrato grazie a febbraio.

Marzo è stato un tipico mese di transizione tra l'inverno e la primavera. Da una parte per la seconda volta in questo inverno ha nevicato fino in molti fondovalle (5 marzo), dall'altra ci sono state lunghe fasi di bel tempo con temperature nelle valli di oltre 20 °C. Specie all'inizio del mese e sulle Dolomiti orientali si sono registrate abbondanti nevicate e l'altezza della neve al suolo ha raggiunto valori sopra la media (Figg. 24 e 25).

Le prime tre settimane di aprile erano quasi ovunque miti e primaverili e solo nell'ultima settimana ci fu una marcata irruzione di aria fredda che durò più giorni. All'inizio del mese, una stabile e forte corrente sudoccidentale ha trasportato dal nord Africa fino alle Alpi polveri di sabbia sahariana. Alle nostre latitudini questi eventi sono abbastanza frequenti ma in quest'occasione il fenomeno è durato una settimana, cosa invece abbastanza inconsueta. Conseguentemente il manto nevoso sui monti era spesso coperto da depositi di queste polveri colorate. Le precipitazioni mensili sono state generalmente nella media, a Vipiteno invece si sono registrati valori quasi doppi ai normali.

Il 17 e 18 aprile è nevicato fino in bassa quota, per esempio al Brennero, Ridanna, Resia e Solda. Un'altra nevicata fino nei fondovalle è arrivata con il passaggio di un fronte freddo il 27 aprile, al campo neve di Madriccio sopra Solda si è misurato mezzo metro di neve fresca.

Maggio è stato un mese con temperature leggermente inferiori della media e in alta montagna ci sono state ancora alcune nevicate.

In estrema sintesi l'inverno 2015/16 si può annoverare come breve e mite, senza lunghi periodi freddi.

MANTO NEVOSO

Fino all'inizio di gennaio non c'era praticamente neve. Sono nel nord della provincia sulle esposizioni esposte a nord è rimasta un po' della neve caduta a fine novembre inizio dicembre, che in dicembre si è trasformata per gradiente.

Dal 3 al 4 gennaio è avvenuta la prima

nevicata di rilievo. Il vento ha trasportato la neve fresca e la distribuzione del manto nevoso era da subito molto irregolare. Il giorno 11 gennaio è arrivata più neve fresca su tutta la provincia, gli apporti maggiori nella zona della valle Aurina con più di mezzo metro, in combinazione con forte vento. Sul bollettino valan-

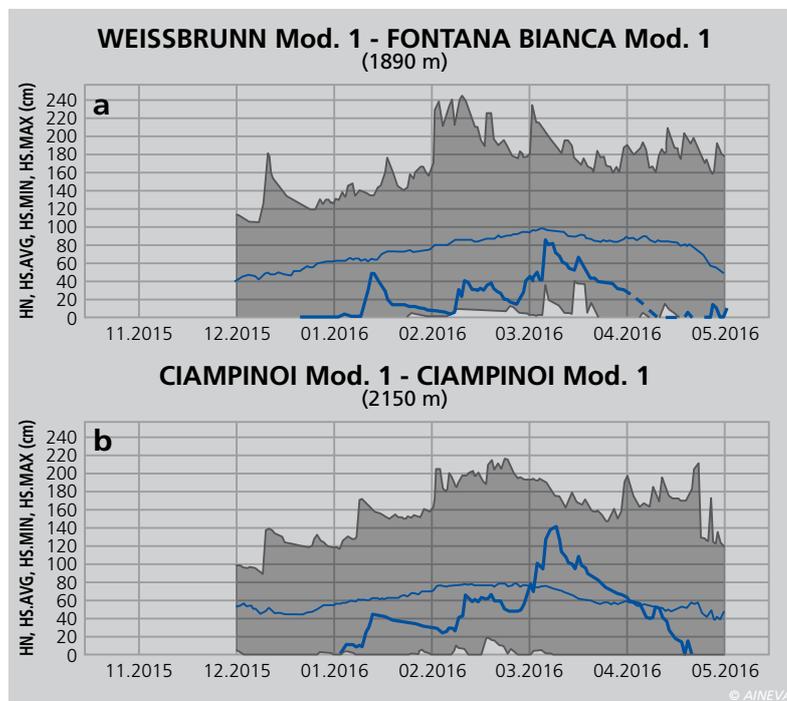


Fig. 24 - Altezza della neve al campo neve di Fontana Bianca/Val d'Ultimo e Ciampinoi/Gardena. La linea superiore dell'area grigia traccia i valori massimi storici misurati, (inverno 90/95 fino 2014/15) quella in basso i valori minimi). La linea sottile blu rappresenta l'altezza media della neve, quella con il tratto più grosso l'andamento nell'inverno 2015/16.



Fig. 25 - Fino a metà febbraio la situazione neve nelle Dolomiti era triste (immagine sopra del 2 febbraio 2016), la prima nevicata importante nelle Dolomiti orientali avvenne il 17 febbraio (immagine sotto del 18 Febbraio 2016). Le tre cime di Lavaredo, a sx fotografate dal monte Specie/Braies, a dx dal Sasso di Sesto/Sesto.



Fig. 26 - Seablöcher/ Roja. Ben visibili le tracce del vento sul manto nevoso con una situazione di marcato pericolo valanghe. Nell'immagine un piccolo distacco provocato a distanza indagando il manto nevoso.

ghe è stato emesso per la prima volta il grado 3 marcato per le zone nord e ovest della provincia. In seguito la situazione cambiava poco: con la corrente da nord lungo la cresta di confine cadeva ancora qualche centimetro di neve, e con il forte vento settentrionale le creste erano in gran parte erose. Il 18 e 19 gennaio in alcune stazioni di rilevamento in quota si sono registrate le temperature più fredde dell'inverno con $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Con queste condizioni il manto nevoso fino alla sua superficie ha subito un metamorfismo costruttivo. La stratificazione del manto più sfavorevole era in alta Val Venosta, dove furono segnalati numerosi assestamenti e distacchi a distanza (Fig. 26).

A fine gennaio lo zero termico sale oltre i 3000 m, il manto nevoso si riscalda e da molti siti rocciosi ripidi si staccano valanghe spontanee di neve umida.

Di seguito con l'abbassarsi delle temperature il manto nevoso si assesta e consolida ma rimane però debole alla base che rappresenta ancora un problema (problema della neve vecchia).

Il 31 gennaio lungo la cresta di confine, con il passaggio di un fronte caldo piove

fino a 2300 m. La stratificazione del manto più sfavorevole rimane ancora in queste zone, come dimostrano i profili del manto nevoso che mostrano pronunciati strati deboli inglobati e una cattiva base.

Nelle zone settentrionali della provincia, all'inizio di febbraio con alcuni eventi perturbati è caduta un po' di neve che alle basse quote si è depositata sulla crosta da pioggia formatasi a fine gennaio.

A metà febbraio, specie nelle Dolomiti centrali e orientali è caduta la prima grossa nevicata, però per poter effettuare ragionevolmente delle escursioni con gli sci in molte situazioni mancava una buona base. La neve fresca si è rapidamente legata, la base del manto era sfavorevole e in breve la situazione valanghiva è diventata critica.

Il 21 febbraio è stata una giornata con spiccata attività valanghiva, specie al pomeriggio quando per un marcato aumento delle temperature sono state segnalati distacchi da tutte le esposizioni.

Successivamente con la diminuzione delle temperature si è formata una diffusa crosta da rigelo. Successive nevicate si sono registrate specie sulle zone nord occidentali della provincia.

Il problema principale rimaneva la base debole del manto, anche se la tendenza alla propagazione delle fratture era limitata. A fine febbraio si registra la prima grossa nevicata (ca. 50 cm) specie nelle Dolomiti al confine con il Trentino e il Veneto, con anche inglobata neve pallottolare. La neve fresca era molto soffice e senza tensioni fino al suolo. Anche i primi giorni di marzo ha nevicato, principalmente nelle Dolomiti orientali. Tra la fine di febbraio e l'8 di marzo la sommatoria di neve fresca caduta in vari eventi al campo neve dei Prati di Croda Rossa a Sesto raggiunge i 150 cm. Su questa stazione il nivometro misura più di 2 metri di neve al suolo ed è il campo neve dove giace maggior neve. Qui la stratificazione del manto era estremamente soffice e polverosa e per le escursioni era difficile procedere. Specialmente sulle esposizioni sud la neve fresca poggiava sulla crosta da rigelo del 21 febbraio. In questo periodo d'inizio marzo furono segnalate anche delle grosse valanghe, per es a Predoi, vicino al Maso Unteralprecht, a Funes sul Col di Poma, a Sesto Pusteria dove le masse di neve raggiunsero quasi la Capanna di

Fondovalle in Val Fiscalina e l'incidente a Solda verso la cima Vertana (Fig. 27). Di seguito la situazione valanghiva è migliorata, solo lo strato basale di neve a debole coesione dell'inizio inverno era conosciuto come il costante problema, ed è stato anche lo strato debole caratteristico nel tragico incidente del 12 marzo sul Monte Nevoso. Sui versanti esposti a sud si potevano fare delle belle discese sul firn, mentre su quelli esposti a nord all'ombra e protetti dal vento la neve era ancora polverosa, soffice e senza tensione.

A inizio aprile sulla superficie del manto nevoso erano molto evidenti i depositi di sabbia sahariana con colori che variavano dalla ruggine all'ocra. Con la corrente meridionale mite è aumentata anche l'attività valanghiva spontanea. Per il maggior assorbimento di radiazione solare questo strato superficiale formò rapidamente una crosta sulla quale le precipitazioni nevose successive si sarebbero depositate. Per giorni, infatti, diversi distacchi di valanghe avvennero su questo strato che tornava in evidenza sulla superficie. Lo strato limite con le nuove nevicate era molto delicato e la seconda metà di aprile, con alcune nevicate anche abbondanti, dal punto di vista valanghivo è stata in parte critica.

In maggio la situazione è stata tipicamente primaverile, in alta quota sono state osservate alcune grandi valanghe di neve asciutta, p.es. nella Valle Aurina sul Grande Lovello (7 maggio) oppure sul Picco dei Tre Signori (20 maggio).

A fine maggio con il tempo caratterizzato da rovesci di pioggia fino anche a 3000

m il manto nevoso venne bagnato e appesantito. Sui bacini esposti a nord la pioggia, penetrando nel manto fino allo strato debole basale d'inizio inverno l'ha indebolito provocando il distacco spontaneo di tutto lo spessore del manto con valanghe di neve bagnata anche di grandi dimensioni (Fig. 28).

INCIDENTI DA VALANGHE

Nella stagione invernale 2015/2016 si sono registrati 13 incidenti con 8 vittime. Un inverno questo che se non fosse stato per il gravissimo incidente del Monte Nevoso con sei vittime, sarebbe stato con un numero d'incidenti e di morti sotto la media.

Due brevi riflessioni che sorgono spontanee da una rapida osservazione dei dati e come i grafici della Fig. 29 evidenziano: in Alto Adige molti incidenti avvengono sulle esposizioni meridionali (considerate spesso più sicure) e non solo sui pendii settentrionali. Le possibili cause sono molteplici, ad esempio gli accumuli eolici che si formano spesso con i venti settentrionali o anche la neve rapidamente coesa per

la radiazione solare. Altro aspetto riguarda l'inclinazione dei pendii: gli incidenti accadono maggiormente su pendii ripidi estremi con inclinazione maggiore di 40°. Vista la particolarità dell'incidente sul Monte nevoso portiamo alcuni dati e notizie di questo evento.

Monte Nevoso - Riva di Tures, 12.03.2016

- Tipo di valanga: lastrone asciutto
- Quota massima del distacco: 3290 m
- Quota minima del distacco: 2600 m
- Lunghezza di scorrimento: 1300 m
- Pendenza massima zona di distacco : 45°
- Spessore distacco: 30-200 cm
- Larghezza distacco: 80-100 m
- Esposizione: Nord ovest
- Attività: sci alpinismo, salita, discesa e persone a piedi
- Persone travolte : 9
- Persone sepolte (testa sepolta): 7
- Persone parzialmente sepolte (testa libera): 0
- Persone non sepolte: 2
- Persone ferite: 1
- Vittime: 6
- Grado di pericolo: 2 moderato

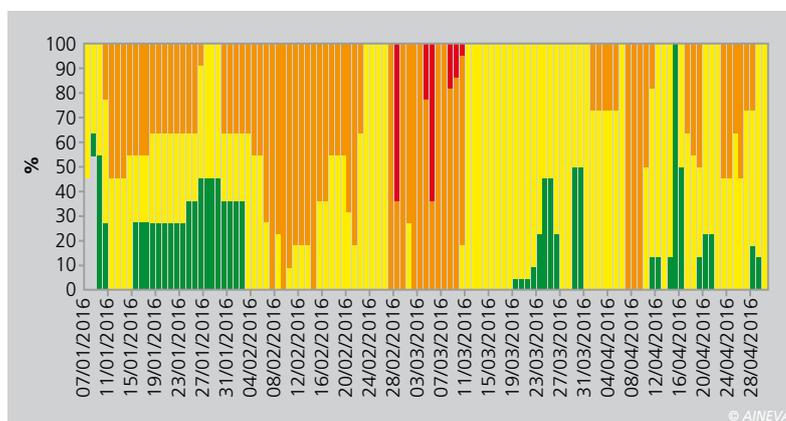


Fig. 27 - Suddivisione ponderata del grado di pericolo nell'inverno nelle 11 zone nivometeo della provincia; la parte bianca all'inizio del grafico è per le zone alle quali in inizio stagione non è stato possibile attribuire un grado di pericolo. Pericolo 1: verde; Pericolo 2: giallo; Pericolo 3: arancio; Pericolo 4: rosso.

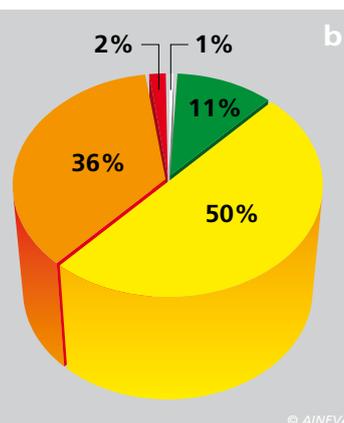


Fig. 28 - a) Valanga di neve bagnata a inizio giugno staccatasi dal Pizzo Lungo in Valle Aurina. (Fonte: Michael Notdurfter), b) Suddivisione percentuale dei gradi di pericolo valanghe emessi nei bollettini nell'inverno; grado di pericolo 1: verde; grado di pericolo 2: giallo; grado di pericolo 3: arancio; grado di pericolo 4: rosso.

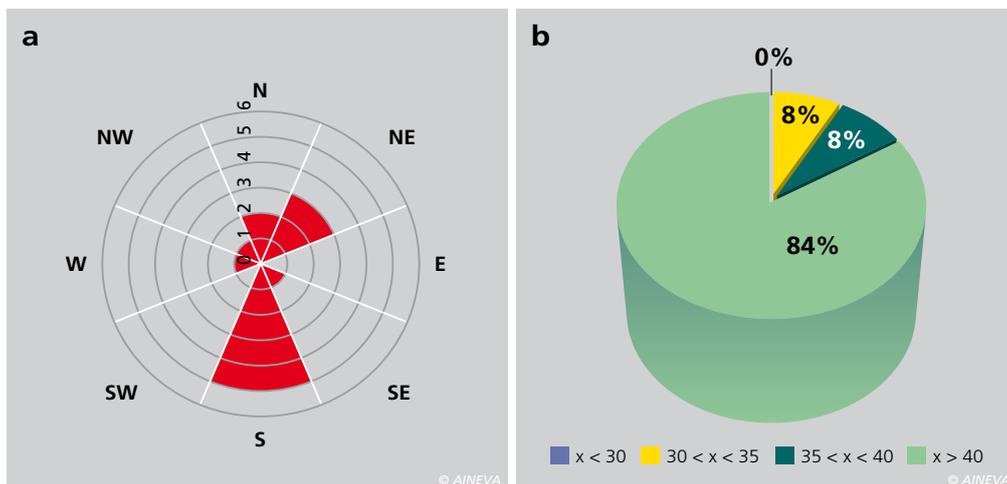


Fig. 29 - a) Incidenti in valanga 2015/16 per esposizione; b) incidenti in valanga 2015/16 per inclinazione della zona di distacco.

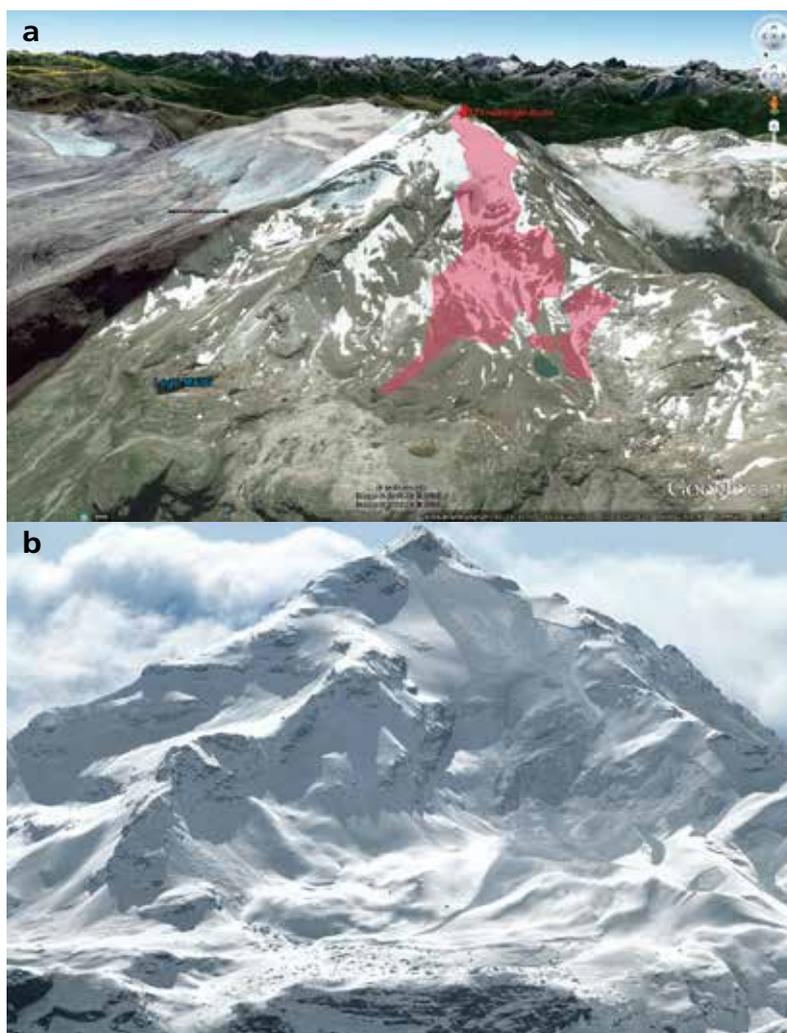


Fig. 30 - a) Immagine Google Earth con raffigurata la valanga; b) Foto della valanga del Monte Nevoso, qualche minuto dopo il distacco (fonte: Kurt Astner).

L'incidente del Monte Nevoso, assieme ad un altro incidente nelle Alpi francesi sono stati gli eventi che nell'inverno scorso hanno registrato il maggior numero di vittime e sono stati riportati dai media di tutta Europa. In un primo momento forse la dimensione e la dinamica della valanga può sorprendere, ma da un più attento esame si possono trovare anche delle spiegazioni (Fig. 30).

Tra fine febbraio e inizio marzo in alcune zone dell'Alto Adige ha nevicato abbondantemente, anche a Riva di Tures. Il nostro osservatore nel paese di Riva tra il primo di marzo e il giorno 8 ha segnalato 65 cm di neve fresca, suddivisi in diversi eventi. Nei giorni precedenti l'incidente, la situazione era delicata. Su parte delle Dolomiti il pericolo valanghe era forte grado 4, in queste zone era nevicato circa

il doppio. Nella zona del Monte Nevoso il pericolo era inizialmente marcato grado 3, nella giornata dell'incidente, sulla scorta dei dati e delle indicazioni che segnalavano un miglioramento della situazione, era stato valutato e diminuito a moderato grado 2. In natura il pericolo valanghe non diminuisce a gradini in modo lineare, il che significa che il giorno dell'incidente come primo giorno con grado 2, lo si deve considerare un grado 2 "alto".

Questo incidente potrebbe essere portato come esempio per la situazione "low probability but high consequences" (bassa probabilità ma grandi conseguenze). Il collega Christoph Mitterer ha descritto molto bene questa situazione in un articolo apparso sulla rivista *Bergundsteigen* n° 93 edizione inverno 2015 nell'articolo "Der Lawinenlagebericht - eine unverstandene Liebe?", "Il bollettino valanghe - un amore incompreso?".

Qui Mitterer descrive una situazione, dove dal punto di vista meteorologico da un po' di tempo non è più avvenuto niente di rilevante, non si segnalano valanghe spontanee o distacchi da parte di sciatori ma nel manto nevoso è presente un dormiente strato debole. Poi avviene un distacco, con travolgimento di persone, una grande valanga con un drammatico epilogo.

Sul Monte Nevoso si può parlare di un latente problema nella neve vecchia. Sulla superficie ghiacciata del pendio all'ombra esposto a nordovest la neve d'inizio inverno è rimasta, e si è trasformata in cristalli angolari a debole coesione. Questo strato di neve è stato ricoperto dalle varie nevicate successive ed è divenuto un problema. Sollecitare questo strato è probabile solo in una situazione sfavorevole, nel passaggio da poca a molta neve e generalmente con forte sovraccarico, perché altrimenti è troppo in profondità. Non è accertabile chi o cosa sia stata esattamente la causa della valanga. Quello che si sa è che nella zona del distacco c'era un gran numero di sci alpinisti. Tante più persone si muovono sullo stesso itinerario e tanto più difficile è pianificare una gita sicura, giacché localmente si giun-

gerà, quasi inevitabilmente a situazioni di forte sovraccarico e non è possibile controllare o gestire il comportamento di molte persone che spesso non si conoscono nemmeno.

In giorno 12 marzo 2016 non sono state segnalate altre valanghe provocate da sciatori o osservati distacchi di valanghe spontanee.

REGIONE LOMBARDIA

CARATTERISTICHE SALIENTI DELL'INVERNO

La stagione invernale 2015-2016, per i settori montani della Lombardia, considerando la neve fresca accumulata si può collocare nell'insieme delle stagioni prossime alla media ultratrentennale (Fig. 31), pur denotando grandissime carenze di innevamento per un lungo periodo all'inizio di stagione.

Malgrado le prime avvisaglie dell'inverno si mostrino già nell'ultima decade di settembre, seguite da un breve episodio perturbato a metà ottobre, l'inizio vero e proprio si può far coincidere con la prima decade di gennaio 2016, quando la copertura nevosa arriva fino a 1000-1200 m e le stazioni nivometeorologiche in quota cominciano a registrare valori piuttosto significativi. Un inverno che concentra gli eventi perturbati in un periodo piuttosto circoscritto che va da metà gennaio ai primi giorni di marzo, data in cui le stazioni di rilevamento intorno a 2000 m registrano il picco massimo di neve presente al suolo (Figg. 32 e 33). Per alcune stazioni sciistiche poste al di sotto di tale quota, in particolare sui settori prealpini, come nel caso dei Piani di Bobbio, l'innnevamento naturale è stato alquanto ridotto e temporaneo.

A inizio giugno, alle quote poste oltre 3000-3200 metri, le misure del SWE (equivalente in acqua della neve) evidenziano sui ghiacciai lombardi cumuli stagionali medi di precipitazione compresi tra 900 e 1500 mm.

La presenza di copertura nevosa al suolo,

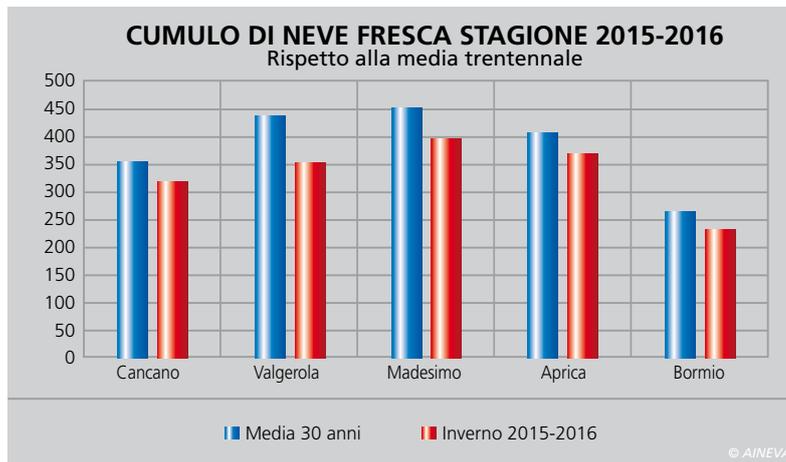


Fig. 31 - Cumulo di neve fresca nella stagione invernale 2015-2016 rispetto alla media trentennale.

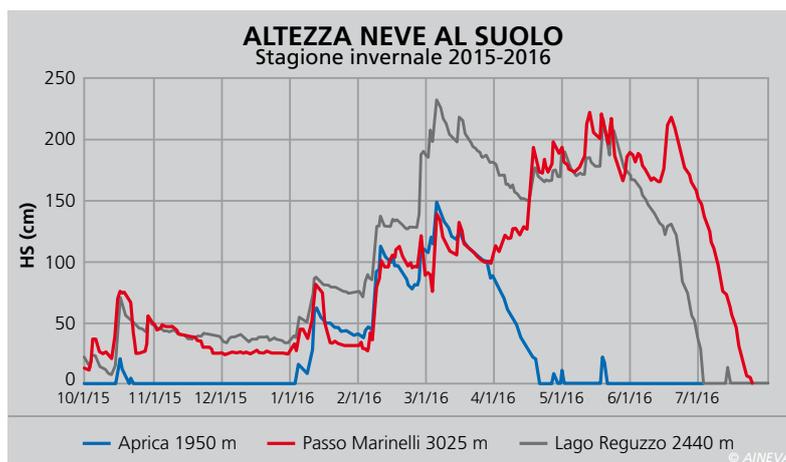


Fig. 32 - Andamento dell'altezza della neve al suolo nella stagione invernale 2015-2016.

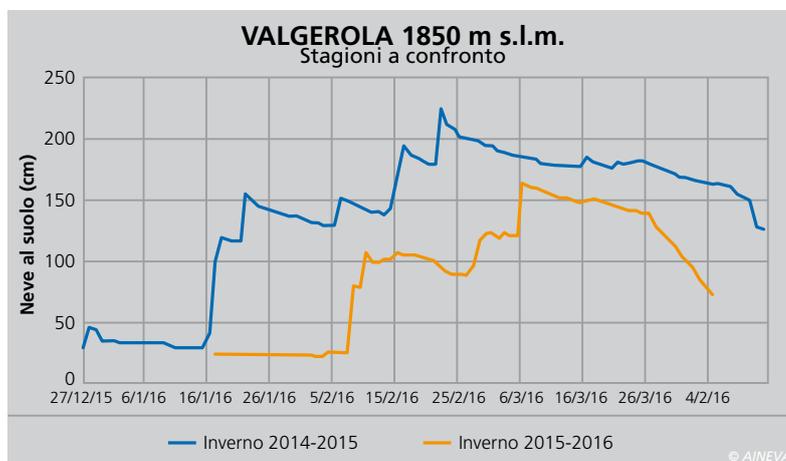


Fig. 33 - Andamento dell'altezza del manto nevoso nella stagione invernale 2015-2016 rispetto alla stagione invernale 2014-2015 (stazione di Valgerola, 1850 m).

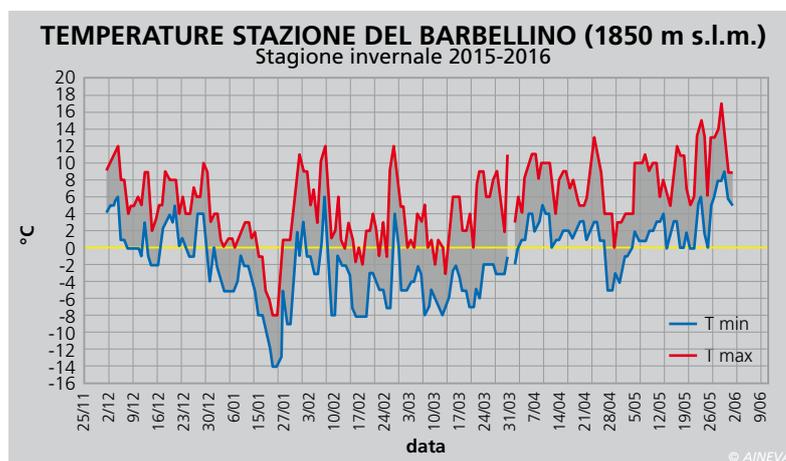


Fig. 34 - Andamento delle temperature minime e massime nella stagione invernale 2015-2016 (Stazione del Barbellino, 1850 m).

Fig. 35 - Incidente da valanga del Vallone Vallecetta: a) Schizzo dell'incidente, b) Profilo del manto nevoso.



in particolare sui versanti esposti a meridione, è peraltro condizionata dall'andamento termico che frequentemente fa registrare valori ben al di sopra delle medie, anche nei classici periodi noti come i

più freddi dell'anno: spiccano le temperature positive registrate a fine gennaio in corrispondenza dei cosiddetti *giorni della merla* (Fig. 34). Altrettanto importanti i valori termici negativi che caratterizzano la parte centrale del mese di gennaio: questi, infatti, in corrispondenza di ridotti spessori innescano processi evolutivi dei cristalli di neve negli strati basali compromettendone le resistenze.

L'attività eolica è a tratti significativa (ma non così ricorrente come nella stagione 2014-2015 che ha visto il ripetersi di episodi di forte trasporto eolico) come dimostrato dalle cinque giornate consecutive, registrate nella parte finale della seconda decade di gennaio, e che interessano in modo particolare i settori retici delle montagne lombarde. In questo frangente la formazione di lastroni da vento sovrapposti fra loro e poggiati su strati deboli con cristalli ricostruiti (brine inglobate e cristalli angolari) è la causa di molti incidenti da valanga.

Considerando i moderati, o comunque non eccezionali, apporti nevosi anche in concomitanza dei principali eventi perturbati l'attività valanghiva spontanea non è particolarmente significativa, ad eccezione del principale accumulo nevoso del 2-5 marzo e, comunque, non si registrano valanghe che vanno ad interferire o compromettere in modo prolungato le attività antropiche. Sono invece da evidenziare, in alta montagna, distacchi di lastroni, molto ampi, spontanei o provocati dal sovraccarico da parte di escursionisti e *freeriders*. In queste attività si registrano anche le vittime dell'inverno.

EVENTI NIVOMETEOROLOGICI SIGNIFICATIVI

Evento del 13-16 ottobre 2015

Una cella di bassa pressione, in spostamento retrogrado (da est verso ovest) dai Balcani verso la Germania e la Francia, favorisce l'ingresso di correnti perturbate sulla penisola italiana che interessano in modo significativo anche le Alpi.

Le correnti associate sono piuttosto fredde, pertanto, il limite delle nevicate si

abbassa gradualmente da 2400-2600 m fino a raggiungere i fondovalle interni a 1100-1300 m nella nottata tra giovedì e venerdì. Il cumulo di neve fresca, intorno a 2000 m di quota, si aggira tra 30-40 cm (Gerola 24 cm Valmasino 56 cm, Pantano 45 cm, Madesimo Motta 34 cm) ma gli spessori sono significativi oltre i 2400 m: Lago Reguzzo 85 cm, Lago della Vacca 47 cm, Passo Marinelli (3050 m) 90 cm, La Vallaccia 58 cm. L'attività eolica non particolarmente intensa permette una pressoché regolare distribuzione della neve fresca. Essendo il primo evento rilevante la maggior parte si deposita su terreno scoperto pertanto, spontaneamente, si verificano solo scaricamenti e limitati distacchi di valanghe a debole coesione. Tuttavia, oltre 3000 m di quota, si registrano distacchi provocati di lastroni.

Evento del 2-4 gennaio 2016

Un'ampia circolazione ciclonica sull'Atlantico riesce a scalzare il permanente muro di alta pressione che ha insistito per lunghissimo periodo sul centro Europa. Tra il 2 e il 4 gennaio, in successione, due sistemi lievemente perturbati raggiungono le regioni alpine imbiancando finalmente il paesaggio fino alle zone collinari e, localmente, anche alle quote di pianura. Da questo momento l'indice di pericolo valanghe riportato sul Bollettino Neve e Valanghe, 2 MODERATO su Alpi Retiche e Adamello, 1 DEBOLE sui restanti settori, risulta un po' più rappresentativo.

Evento del 9-12 gennaio

Correnti atlantiche, moderatamente perturbate, transitano sulle regioni alpine nel fine settimana 9-12 gennaio, apportando neve fresca in generale oltre i 1000-1200 m. Cumulativamente si registrano valori medi a 2000 m di 50-70 cm di neve fresca (Monte Spluga 72 cm con vento forte, Val Masino 70 cm, Palù 53, cm, S. Caterina Valfurva 56 cm, Cancano 62 cm, Pantano d'Avio 71 cm, Lago della Vacca 91 cm con vento, Aprica Magnolta 68 cm.

Il PERICOLO VALANGHE, sul Bollettino, da lunedì 11 viene espresso col grado 3 MARCATO.

Evento del 6-10 febbraio 2016

Due flussi perturbati atlantici si susseguono nella prima decade di febbraio determinando importanti accumuli di neve fresca su tutti i settori montani lombardi fino a quota medio-basse (temporaneamente fino a 500 m slm nelle Prealpi occidentali/Varesotto) e comunque molto significativi oltre i 1600 m: 70-120 cm di neve fresca complessiva. La nuova neve, accompagnata da intensa attività eolica da sud-ovest, si depone su superfici dure e lisce o su strati deboli sfavorevoli alla stabilità; in quota è presente una frequente attività valanghiva spontanea riconducibile a scaricamenti e piccole/medie valanghe, ma si rivela ancor più probabile il distacco di soffici lastroni nelle zone di deposito – pendii sotto creste e dorsali, canali ed avvallamenti – da parte di un singolo escursionista. Il Bollettino Nivometeorologico da domenica 7 febbraio esprime un indice di pericolo 3 MARCATO, evidenziando che le attività escursionistiche al di fuori delle zone controllate o monitorate richiedono una grande esperienza e capacità di valutazione delle situazioni locali. A dimostrazione di ciò l'incidente da valanga registrato nel Vallone del Monte Vallecetta (SO) mercoledì 10 febbraio, nel quale vengono travolti 5 sciatori fuoripista (Fig. 35 a e b). L'intero bacino settentrionale del Munt de Sura - Valgerola (SO) è interessato dal distacco spontaneo di un enorme lastrone a cui fanno seguito distacchi di lastroni secondari.

Evento del 26 febbraio-1 marzo 2016

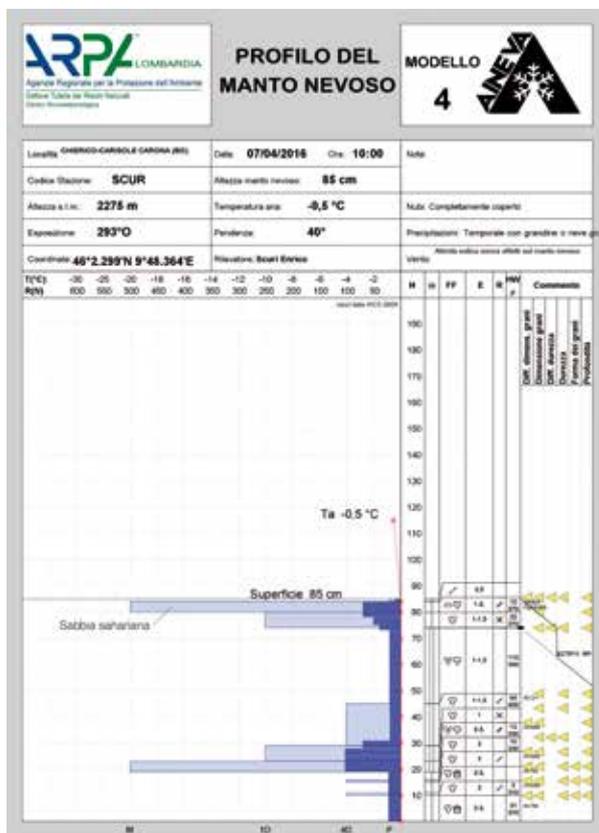
Un'ampia depressione si instaura la sera di venerdì 26 febbraio sul bacino occidentale del Mediterraneo e promette, a più riprese e con flussi da Sud, importanti precipitazioni su tutti i settori tra sabato e domenica. Queste risultano molto disattese, rispetto alle previsioni del Modello ECMWF, sui settori retici ove si registrano solamente 10-30 cm (in particolare nel settore orientale), mentre sulle fasce orobica e prealpina gli effetti *stau* fanno registrare valori più realistici che si attestano tra 40 e 80 cm. Il limite



delle nevicate oscilla abbondantemente tra 1000-1200 m fino a 1500-1700 m, ed i venti sciroccali sostenuti determinano la redistribuzione della neve fresca in canali ed avvallamenti oltre il limite del bosco. Gli apporti piovosi, temporaneamente fino a circa 2000 m di quota, appesantiscono ed indeboliscono il manto nevoso aumentando sensibilmente l'attività valanghiva. Le precipitazioni sono caratterizzate dal trasporto di sabbia sahariana che colora visibilmente lo strato superficiale del manto nevoso.

Evento del 2-6 marzo 2016

Una prima debole perturbazione transita nella notte tra il 2 ed il 3 marzo (10-30 cm di neve fresca) accompagnata da forti correnti nord-occidentali. Successivamente un flusso atlantico, con direttrice sud-ovest, apporta un sistema molto perturbato che determina copiose precipitazioni: 70-100 cm su Valchiavenna e 50-70 cm sui restanti settori, con spessori inferiori sulla fascia orientale. In questo frangente le basse temperature concorrono a far sì che il limite delle nevicate si porti fino a circa 600 m s.l.m., sui settori occidentali anche a quote inferiori. Considerati i valori di neve fresca prevista, l'indice di pericolo valanghe viene espresso con il grado 4 FORTE sulla maggior parte dei settori, con attivazione del Centro Funzionale Monitoraggio Rischi della Protezione Civile

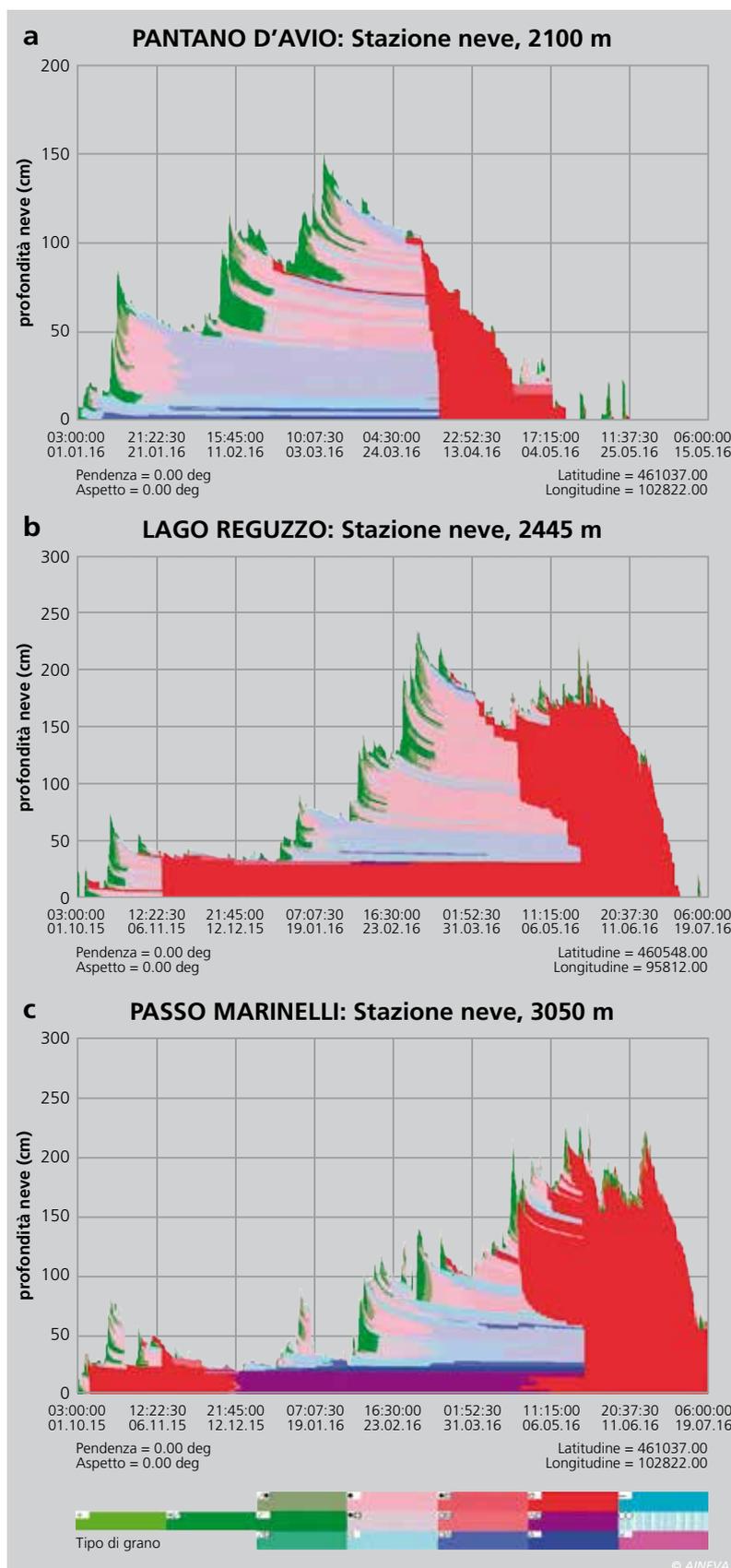


regionale, ad esclusione dell'Alta Valtellina dove permane su grado 3 MARCATO (Fig. 41). In concomitanza di questo evento si osservano molte valanghe di medie dimensioni, localmente grandi, perlopiù mascherate perché si staccano già durante le precipitazioni a causa dell'importante sovraccarico esercitato sugli strati interni deboli (costituiti da cristalli angolari o a calice) sui versanti nord ed alle quote elevate, oppure sulle croste da

Dall'alto in basso:
Fig. 36 - Valanga a lastroni staccatasi spontaneamente sulle pendici del Pizzo Tresero il 10 marzo 2016.

Fig. 37 - Profilo del manto nevoso con evidenziato lo strato di sabbia sahariana.

Fig. 38 - Simulazioni dell'evoluzione del manto nevoso effettuate con il modello Snowpack presso le stazioni di a) Pantano d'Avio, b) Lago Reguzzo, c) Passo Marinelli.



fusione o da vento alle altre esposizioni. Questo rimane l'unico episodio di elevata instabilità del manto nevoso considerando l'intera stagione invernale. Si segnala che dopo questo importante evento nivometeorologico, in particola-

re in quota e nelle esposizioni nord ove persistono basse temperature, si assiste ad un notevole graduale incremento della brina di superficie e negli strati basali i cristalli di brina di profondità raggiungono dimensioni di oltre 1 cm.

A seguito di queste peculiarità del manto nevoso ed ai forti venti sopraggiunti tra martedì e mercoledì 8-9 marzo si possono attribuire i distacchi evidenziati sabato 12 sugli itinerari scialpinistici classici di salita al Monte S. Matteo ed al Pizzo Tresero (Fig. 36 - in prossimità del Colle S. Giacomo), grandi lastroni del tutto eccezionali in quanto mai evidenziati negli ultimi 20-30 anni a memoria dei frequentatori abituali.

Evento del 15-16 marzo 2016

Correnti orientali, associate ad una circolazione ciclonica continentale, con spostamento retrogrado, portano il transito di un passaggio perturbato dalla serata di martedì 15 che perdura per tutta la nottata successiva. Le correnti piuttosto fredde abbassano il limite delle neviccate fino a 600-700 m di quota. Gli spessori di neve fresca sono tuttavia ridotti 15-20 cm, con alcuni picchi di 30 cm (nelle stazioni di Carona, Passo Marinelli e Val Masino) e valori molto esigui sui settori retici e Adamello. La neve fresca fa volume perché è molto leggera, la sua densità varia, infatti, tra 50 e 100 kg/m³.

L'intensificazione dei venti da nord sposta facilmente la nuova neve da creste e dorsali dando origine alla formazione di nuovi accumuli e lastroni. Il pericolo valanghe nel bollettino viene ricondotto a 3 MARCATO sulle zone maggiormente interessate dalle precipitazioni.

Evento del 31 marzo-5 aprile 2016

Correnti umide meridionali raggiungono le Alpi dal pomeriggio di giovedì 31 marzo e persistono fino a martedì 6 aprile. L'importanza di questo episodio perturbato non è da associare agli aspetti quantitativi degli apporti nevosi (10-20 cm di neve fresca prevalentemente oltre i 2000-2200 metri e venti forti in quota da 30-60 km/h da sud) ma al fatto che questi sono caratterizzati in successione da 2 eventi di trasporto di "sabbia" sahariana, che colorano abbondantemente la superficie del manto nevoso (Fig. 37). Nel flusso in quota la deposizione di questa "sabbia" si spalma su uno spessore di 5-10 cm, alle quote medio-basse si

associa a quella del primo evento rimarcandone la colorazione.

Evento del 17-19 aprile 2016

Da sabato 16 aprile correnti via via più umide dal Mediterraneo affluiscono verso le Alpi apportando condizioni di cielo da molto nuvoloso a coperto fino alla giornata di lunedì 18. La fase più intensa delle precipitazioni si concentra nella giornata di domenica, in particolar modo dal pomeriggio, con rovesci da moderati a localmente forti. Complessivamente si registrano oltre i 2500 metri di quota 40-50 cm di neve fresca, in particolare sul settore retico occidentale.

Il limite delle nevicate posto oltre 2000 - 2200 m si abbassa gradualmente fino a raggiungere i 1400 m.

Forti venti determinano una distribuzione alquanto irregolare della nuova neve con consistenti accumuli sui versanti sottovento ed importante sviluppo delle cornici.

Mesi di maggio e giugno

Se la stagione invernale 2015-2016 si mostra alquanto avara a livello di innnevamento nei mesi introduttivi è prodiga, invece, nella parte finale: il mese di maggio ha fatto registrare notevoli accumuli di neve fresca nelle stazioni di rilevamento poste oltre i 1800 m di quota (da 90 a oltre 200 cm - Passo Marinelli 3050 m il giorno 24 raggiunge il picco stagionale, 221 cm), mentre nel mese di giugno, ancora piuttosto perturbato, il limite delle nevicate si innalza ulteriormente ed i cumuli interessanti si registrano solamente oltre i 2400 m (80-170 cm). Il paesaggio montano presenta fino ai primi di luglio ancora un'abbondante e continua copertura nevosa sui versanti settentrionali oltre i 2700 m. Questa si esaurisce poi sensibilmente per irraggiamento diurno ed aumento delle temperature, nonché per dilavamento in concomitanza di ricorrenti eventi perturbati (Fig. 38 a,b,c).

INCIDENTI DA VALANGA

La persistente presenza di lastroni da

vento poggianti su strati basali con deboli resistenze, che determina le situazioni di maggior criticità di stabilità del manto nevoso alle sollecitazioni esterne, interessa un periodo piuttosto circoscritto: primi di febbraio - inizio marzo. È infatti in questo frangente che si concentrano la

maggior parte degli incidenti in valanga, 8 su 13 rilevati.

Un altro elemento che caratterizza gli incidenti da valanga occorsi dal mese di aprile, è la presenza dello strato di neve contenente la cosiddetta "sabbia" del deserto: la rapida trasformazione dei cristalli



Fig. 39 - Valmasino, 21 aprile 2016: da notare lo strato di sabbia inglobato nel manto nevoso.



Fig. 40 - Valanga di Punta Cadini del 20 aprile 2016.

produce la formazione di una in superficie liscia e compatta, ad elevata resistenza, che non favorisce il consolidamento dei successivi e sovrapposti strati di neve fresca (3 incidenti) (Figg. 39 e 40).

Al di sotto delle medie stagionali (2,97) il numero di vittime da valanga, infatti sono 2 i morti registrati sulle montagne lombarde: 1 snowboarder senza ARTVA a Madesimo e 1 scialpinista su pendio ripido estremo al Pizzo Stella - Valchiavenna (SO). (Fig. 41).

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

TRATTI SALIENTI DELLA STAGIONE

La stagione invernale 2015/16 si è con-

traddistinta principalmente per la lunga assenza di precipitazioni, le temperature miti al suo inizio (Fig.42) e per i protratti periodi di stabilità del manto nevoso.

I giorni d'instabilità diffusa sono stati davvero pochi e coincidenti con le nevicate più intense. Altra caratteristica interessante è stata l'assenza di attività valanghiva a novembre e, ridotta, a maggio, due periodi in cui normalmente si censiscono numerose valanghe.

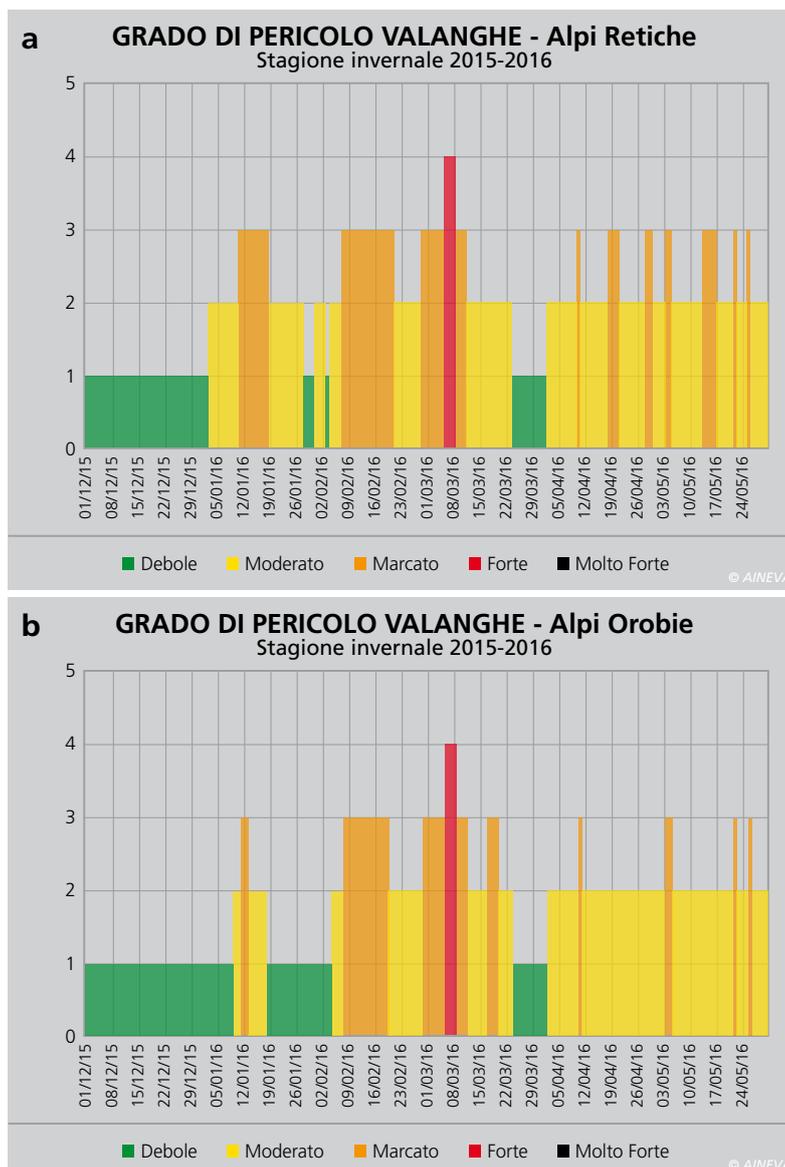
Per quanto riguarda l'attività valanghiva prettamente invernale si sono avuti tre periodi valanghivi degni di nota: il primo nella prima decade di gennaio, il secondo a metà febbraio e l'ultimo a fine febbraio. In tutti e tre i casi l'attività valanghiva si è verificata a ridosso di tre nevicate intense, caratterizzate anche da forte attività eolica; le zone maggiormente interessate

sono state la zona di confine tra Francia e Svizzera e le vallate del Gran Paradiso. La Bassa valle e la zona del Monte Rosa hanno avuto un innevamento deficitario per tutto l'inverno, a causa della direttrice preferenziale nord-occidentale delle perturbazioni che ha favorito le zone di confine con la Francia e la Svizzera.

Questi tre periodi valanghivi hanno coinciso con l'emissione per svariati giorni del grado 4-forte del bollettino di pericolo valanghe. Il connubio tra nevicate abbondanti di neve fredda asciutta e l'importante azione del vento in quota, ha dato origine a valanghe di neve asciutta che, in alcuni casi, hanno avuto una importante frazione polverosa che ha raggiunto agevolmente i fondivalle abitati, hanno arrecato disagi, la chiusura di alcune strade per diversi giorni e qualche danno ad abitazioni. Non si sono avute giornate con distacchi spontanei diffusi su tutto o buona parte del territorio regionale, che, invece, si sono concentrati in singole vallate o aree meteorologiche omogenee e, rispetto alla media, sono scese poche valanghe primaverili. Dalla seconda metà di marzo, con l'aumento delle ore di sole e il conseguente rialzo delle temperature, si assiste infatti solo ad una modesta attività valanghiva spontanea di stampo primaverile, che, dalla seconda metà di aprile, va ad interessare anche i pendii esposti a nord. Dall'analisi dei dati delle stazioni di modello 1-AINEVA emerge che le temperature medie dell'aria sono state in linea con la stagione precedente, ad esclusione del mese di dicembre, i valori delle temperature minime assolute sono stati più bassi della stagione precedente, con punte di -20 °C a 1500 m, e i periodi più freddi si sono avuti a gennaio e marzo. Le temperature massime assolute sono state leggermente inferiori alla stagione 2014/15. A dicembre si sono registrate temperature medie mensili positive fino a 2500 m. In generale i valori di temperatura sono nettamente superiori alle serie storiche in tutti i mesi tranne che a marzo, dove si ha un allineamento con i dati storici a tutte le quote.

Per quanto riguarda il bollettino neve e

Fig. 41 - Andamento stagionale del grado di pericolo valanghe nelle
a) Alpi Retiche e
b) Orobie e Prealpi.



valanghe il grado di pericolo più utilizzato è stato il 2-moderato in tutti i settori ad eccezione della dorsale alpina (la zona di confine con la Francia e la Svizzera), dove il grado 3-marcato copre il 42% delle giornate di emissione e il 4-forte il 7%! A gennaio infatti si sono avute ben 8 giornate con grado di pericolo 4-forte, a febbraio 2. Gli incidenti da valanga conosciuti sono stati otto, di cui due mortali (totale 3 decessi).

EVENTI NIVOMETEOROLOGICI SIGNIFICATIVI

A caratterizzare decisamente la stagione 2015-2016 condizionandone poi il suo svolgimento fino alla fusione della neve in tarda primavera, è stato sicuramente la quasi totale assenza di precipitazioni nevose importanti nel corso dei mesi di novembre e dicembre (Fig. 43) con temperature molto miti in entrambi i mesi e valori in alcuni casi sempre positivi, sia nelle minime che nelle massime, fino a 2000 m a dicembre (fig.1). L'assenza di nevicate a novembre porta anche alla mancata formazione nel corso dei mesi invernali di un buon fondo alle quote medio basse della media e bassa valle, fondamentale anche per permettere una permanenza maggiore della coltre nevosa nei mesi a venire.

La mancanza di neve fa anche ritardare la prima emissione del Bollettino di pericolo valanghe, che slitta al 28 dicembre, riportando un grado di pericolo 1-debole su tutto il territorio regionale. Ai primi di gennaio la situazione cambia drasticamente. Una serie di flussi perturbati nord-occidentali porta, dal 2 al 14 gennaio, anche 2 metri di neve fresca a 2000 m, in particolare lungo la dorsale di confine con la Francia, la Svizzera e le vallate più occidentali del Gran Paradiso. Il grado del bollettino di pericolo valanghe passa dall'1-debole del primo gennaio al 4-forte del 4 gennaio. Dal 4 al 13 gennaio il grado 4-forte è il più rappresentato nelle zona a confine con la Francia e la Svizzera. Da poca si passa ad un'ingente quantità di neve a debole coesione che, spesso, in

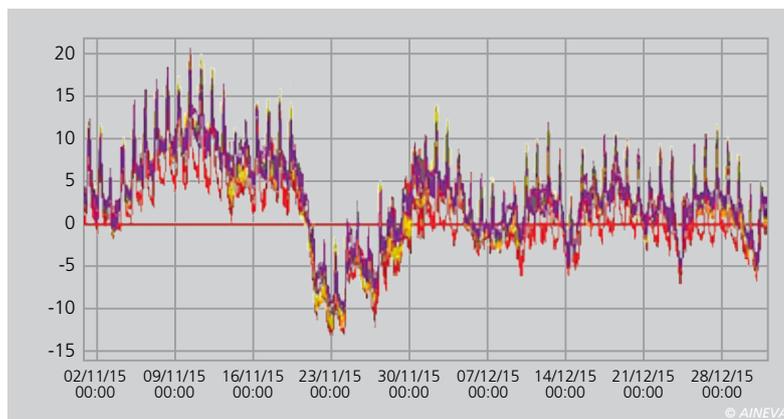


Fig. 42 - Andamento delle temperature registrate dalle stazioni automatiche nei mesi di novembre e dicembre a 2000 m lungo la dorsale di confine con la Francia e la Svizzera.

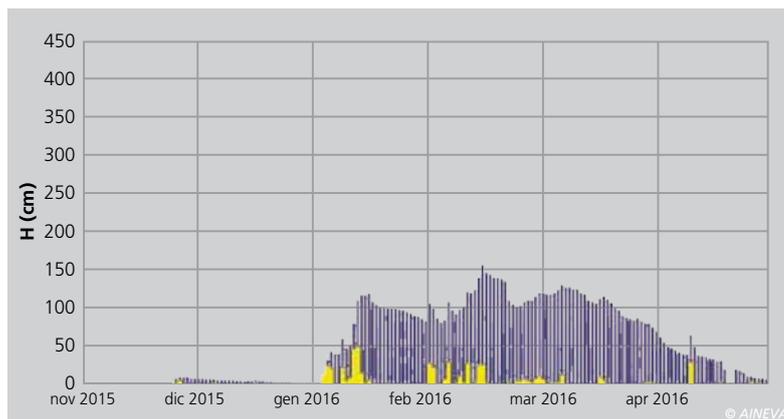


Fig. 43 - Andamento stagionale dell'altezza della neve al suolo (barre blu) e degli apporti di neve fresca riferiti alle 24 ore (barre gialle) nel periodo 1 novembre - 30 aprile per la stazione di Modello 1- Aineva 2PLM Places-de-Moulin (1970 m).

quota poggia su cristalli angolari o brina di profondità (Fig. 44).

Il 7 gennaio in seguito ad una intensa nevicata due piccole valanghe raggiungono la S.R. della Val di Rhemes in località ostruendo il passaggio ad un pullman di linea che deve attendere l'arrivo dei mezzi di sgombero neve. Tanta paura per fortuna senza gravi conseguenze. La valanga è piccola ma è un chiaro indice di come il manto risulti instabile e che, in caso di ulteriori nevicate, non riuscirà a sopportare l'ulteriore carico e potrà dare origine a valanghe di dimensioni via via maggiori. Le nevicate proseguiranno fino al 13, ma già dal 10 iniziano le segnalazioni di valanghe di medie dimensioni. Dall'11 al 12 gennaio diverse valanghe di medie e grandi dimensioni raggiungono il fondovalle arrecando disagi alla viabilità e ovviamente allarme alla popolazione locale e ai turisti presenti, in particolare sulle piste di sci di Cervinia (Fig. 45) e Courmayeur.

Le vallate poste al confine con il Piemonte e la zona centrale della valle ricevono un apporto di neve nettamente inferiore rispetto alla dorsale alpina, infatti, in que-

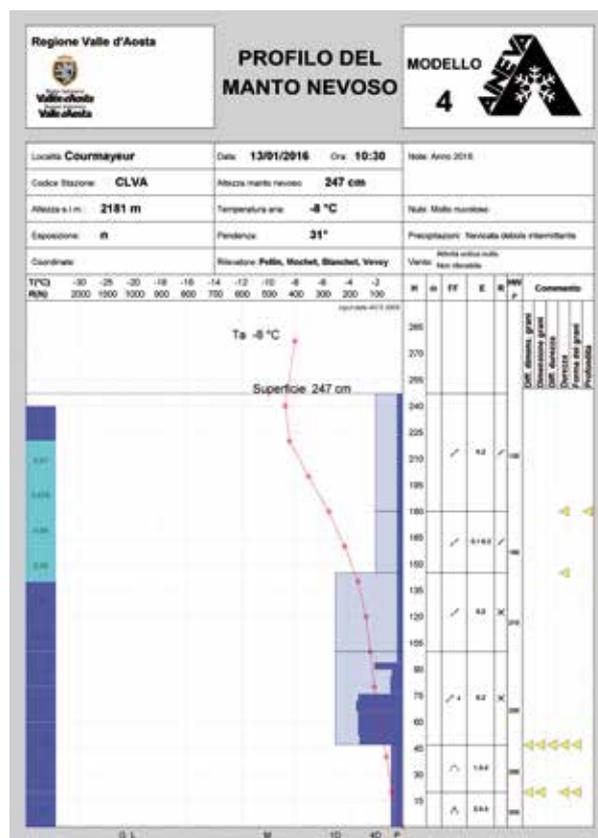


Fig. 44 - L'ingente spessore di neve recente a debole coesione di inizio-metà gennaio.

ste aree, non si registra attività valanghiva spontanea degna di nota. Dalla metà al 23 gennaio si registra il periodo più freddo della stagione con valori che raggiungono i -20 °C a 1500 m.

Fig. 45 - 12 gennaio - ampi lastroni staccatisi a Cervinia dalle Grandes Murailles. Valanga di neve polverosa raggiunge Cervinia (2000 m) e gli impianti di risalita, creando stupore e paura tra la popolazione e gli sciatori; fortunatamente non arreca alcun danno. Media internazionali e social network danno risalto alla notizia, con foto e filmati effettuati durante la caduta della valanga.



Fig. 46 - Il giorno 13 febbraio la valanga Torrent de Pont in val Ferret (Courmayeur) raggiunge il fondovalle. La componente polverosa riesce a colpire alcune abitazioni di Le Pont danneggiandone principalmente tetti e comignoli.



Successivamente al periodo nevoso della prima decade di gennaio si hanno alcuni giorni con assenza di precipitazioni. Dal 3 febbraio una serie di flussi perturbati interessa il territorio regionale, in particolare tra l'8 e il 10 e l'11 e il 14 febbraio si depositano in tutto a 2000 m in Alta valle anche più di 130 cm di neve fresca che, complici le temperature particolarmente rigide, risulta molto leggera e asciutta. Si formano accumuli anche di due metri per l'azione del vento sempre lungo la dorsale di confine tra Francia e Svizzera. Il grado di pericolo passa da 2 a 3-marcato su buona parte del territorio regionale e si registrano numerosi distacchi di neve a debole coesione e lastroni superficiali di neve asciutta, per lo più di piccole e medie dimensioni. Viene segnalata solo

una valanga di dimensioni veramente considerevoli che il 14 febbraio raggiunge il fondovalle della Val Ferret (Courmayeur) danneggiando le abitazioni della frazione Le Pont (Fig. 46).

Il 13 e il 14 febbraio sono da ricordare perché è in questi due giorni che la copertura nevosa sul territorio regionale raggiunge lo spessore massimo di tutta la stagione invernale. Da qui in avanti si avrà un graduale assestamento del manto, intervallato da poco meno di una decina di nevicate di una certa consistenza (almeno al di sopra di 10-15 cm di spessore) che ne rallentano la scomparsa fino alla fine di maggio.

La seconda metà di febbraio procede tranquilla fino a sabato 27, quando un nuovo fronte colpisce le vallate poste a

sud e ad est, zone che fino a fine febbraio presentavano un innevamento deficitario alle basse, come alle alte quote.

La nevicata particolarmente intensa, fa schizzare il grado di pericolo da 2-moderato a 4-forte già il 28 febbraio nelle vallate al confine con il Piemonte, nella zona del Gran Paradiso, del Monte Rosa e di Cervinia e apporta un metro nella vallate di Champorcher, con valori via via degradanti spostandosi sia verso ovest sia verso nord. Le cause dei nuovi distacchi sono dovuti ad uno scarso legame tra la neve vecchia e quella fresca: quindi il notevole sovraccarico della neve fresca e il rialzo delle temperature favoriscono, dal 28 febbraio, distacchi importanti anche a quote di media montagna, mentre, in alta quota, il problema principale è il vento e, in casi isolati, si verificano valanghe di grandi dimensioni, soprattutto nella zona del Gran Paradiso. L'azione combinata tra nuova neve e forti venti sud-orientali porta ad una diffusa attività valanghiva spontanea e, in particolare, il 29 febbraio una valanga di grandi dimensioni raggiunge il fondovalle della Valsavarenche sfiorando le abitazioni di Dégioz, danneggiando l'area sportiva e ostruendo la strada regionale per diverse centinaia di metri (Fig. 47).

Sempre il 29 febbraio alcune valanghe in Valle del Lys si riattivano per la prima volta nel corso dell'inverno, raggiungono e ostruiscono la strada comunale che collega Gaby con la frazione Niel, arrecando leggeri danni ai guard-rail posti al bordo esterno della strada.

Tra il 16 e il 17 marzo un fronte perturbato, decisamente più intenso in bassa valle, fa registrare punte di 90 cm di neve fresca, l'attività valanghiva si limita a piccole valanghe nella zona di Champorcher oltre i 2000 m.

Durante il mese di aprile si susseguono perturbazioni che al massimo apportano 25-30 cm fresca di neve alla volta.

La criticità è per lo più legata alla decisa umidificazione di tutto il manto nevoso, ormai anche sui pendii nord al di sotto dei 2500 m di quota. Questa risulta favorita anche dalla deposizione in più

riprese di sabbia sahariana nel corso delle nevicate. Tale particolato andrà a favorire la formazione di croste da rigelo che faciliteranno il distacco di diversi lastroni di piccole e medie dimensioni. La forte umidificazione rende possibile il distacco di valanghe, anche di fondo, di neve umida e bagnata. In quota, oltre i 3000 m, complici le basse temperature e l'azione del vento, permangono lastroni e neve a debole coesione e anche in questa fascia altimetrica si censiscono valanghe di piccole o al massimo medie dimensioni. Tra il 30 aprile e il primo maggio una nuova perturbazione interessa maggiormente la bassa valle apportando quasi 60 cm di neve fresca asciutta nelle vallate di Gressoney, Champorcher, Valtournenche e Cogne. Questa risulta essere l'ultima nevicata con un limite pioggia/neve che raggiunge i 1000-1100 m di quota. L'emissione del bollettino termina il 9 maggio con un grado di pericolo 2-moderato e condizioni per lo sci-alpinismo non più eccellenti a causa di uno scarso rigelo notturno verificatosi nelle due notti precedenti. Nei giorni a venire l'ufficio pubblica note informative ed emette l'ultima nota il 24 maggio. In questo lasso di tempo si susseguono deboli nevicate, fasi più calde dove si registrano scaricamenti di neve umida dai pendii molto ripidi e poche valanghe di medie dimensioni, e fasi con ottimo rigelo notturno che permettono ancora fino a quasi fine maggio di calzare gli sci dai 2000-2200 m e trovare, per gli amanti dello scialpinismo, un ottimo innevamento sopra i 2800-3000 m di quota. In generale ad aprile la riduzione di spessore della neve al suolo è notevole, a 2000 m la fusione del manto nevoso è completa già dopo la metà del mese, mentre a 2500 m permane uno spessore medio compreso tra 70 e 100 cm. L'innevamento in quota rimane buono e in diversi casi, nelle zone a confine con la Francia e la Svizzera, a 2500 m si arriva alla fusione totale dopo la metà o la fine di giugno, nelle zone a confine con il Piemonte, invece, tra la fine di maggio e i primi di giugno. Termina così una stagione

che verrà ricordata più per la prolungata mancanza di neve nei mesi di novembre e dicembre, e, da gennaio, un innevamento ottimo e una condizione di stabilità lungo la dorsale di confine con la Francia e la Svizzera (in particolare la zona del Gran San Bernardo). Deficitario l'innevamento nella bassa valle, che, dall'analisi delle storiche, dimostra un netto deficit sia

nell'altezza cumulata della neve fresca, sia nell'altezza media di neve al suolo, di due terzi inferiore a quella delle serie storiche. Le stazioni della dorsale alpina invece mostrano un incremento rispetto alla scorsa stagione, sia nei valori di neve fresca cumulata, sia in quelli dell'altezza di neve al suolo, confermando la stagione positiva.



Fig. 47 - 1 marzo 2016: vista aerea di parte dell'imponente accumulo della valanga 13-037, detta "Peseun" (Valsavarenche), il giorno seguente la caduta. La porzione densa dell'accumulo va ad occupare l'alveo dove scorre il torrente Pessin. Attorno alla frazione densa si riconoscono le tracce della frazione nubiforme che ha caratterizzato la valanga del 29 febbraio interessando ampiamente il conoide posto a ridosso dell'abitato di Dégiroz.

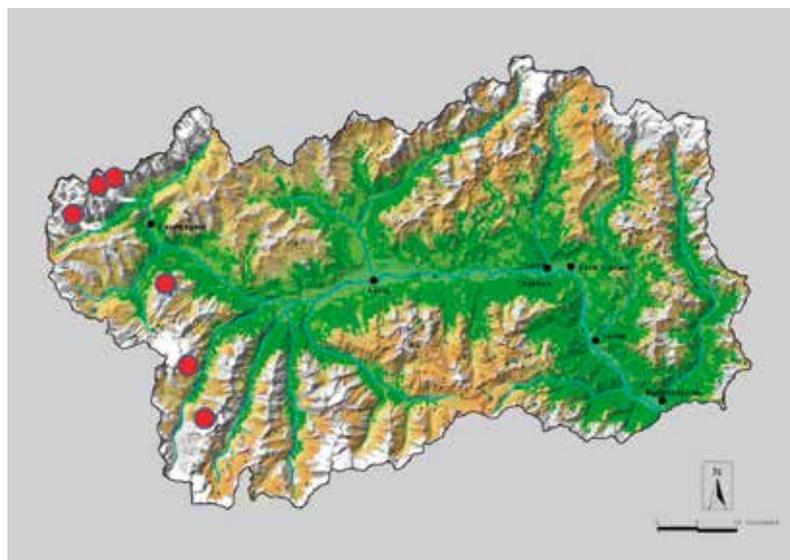


Fig. 48 - Zone dove si sono verificati gli incidenti da valanga in Valle d'Aosta: 6 incidenti invernali e 2 estivi.

Fig. 49 - Parte sommitale della zona di distacco della valanga di Punta Bassac.



INCIDENTI DA VALANGA

Pochi gli incidenti in valanga registrati durante la stagione invernale: solo 6 incidenti conosciuti (Fig. 48), di cui 2 mortali, 1 con feriti gravi e 3 con feriti leggeri. Perché pochi incidenti? Abbiamo avuto particolari condizioni di stabilità del manto nevoso. Brevi periodi di instabilità (da qualche ora a pochi giorni) hanno lasciato lo spazio a lunghi periodi stabili. Per fare un esempio, in seguito a nevicate in condizioni sfavorevoli (forte vento, temperature fredde in quota e superfici sfavorevoli) ci si sarebbe aspettata una decisa attività valanghiva spontanea e invece - inaspettatamente - diverse volte i pendii sono rimasti intonsi: neanche la più piccola valanga, nemmeno dai posti classici vicino alle rocce dai pendii estremamente ripidi.

Pochi incidenti nonostante i numerosi sciatori, soprattutto ad inizio stagione (arrivati da regioni limitrofe, perché c'era poca neve in Piemonte e Lombardia), che cercano alternative alla massa e testano molti pendii, anche lungo tracciati inusuali e potenzialmente più pericolosi. Pochi incidenti nonostante molti sciatori in gruppi numerosi, che si avventurano anche su pendii molto ripidi.

Quali sono le caratteristiche comuni a tutti gli incidenti? Sono avvenuti in alta valle, nelle zone di confine con la Francia. Tutti su pendii estremamente ripidi (maggiori

o uguali a 40°), in alta quota (cinque tra 3200 e 3450 m; uno a 2800 m) e vicino a creste.

Quali condizioni hanno favorito gli incidenti? È stato un inverno mite, e allora gli incidenti sono dovuti al caldo? No. Solo in un caso l'incidente è stato probabilmente favorito dal rialzo termico diurno primaverile. Negli altri casi le valanghe sono state favorite dalla più classica delle combinazioni: piccole nevicate con vento, con conseguente formazione di lastroni da vento. Infatti tutti gli incidenti sono accaduti vicino alle creste ovvero le zone più influenzate dal vento.

Nei due incidenti mortali, entrambi accaduti a distanza di pochi giorni nella Valgrisenche sono state coinvolte anche due guide alpine. Nel primo caso erano presenti una guida alpina e la sua cliente, entrambi francesi. Poco prima dell'arrivo in cresta, vicino alla punta Bassac Sud, (Fig. 49) una valanga a lastroni travolge entrambi, trascinando la cliente dentro un crepaccio e seppellendola sotto circa due metri di neve.

Il secondo incidente mortale è accaduto poco sotto la punta del Rutor. Nei pressi del ripido pendio sono presenti due gruppi per un totale di sei persone: 4 amici, di cui una guida alpina italiana, e una coppia. Il distacco del lastrone provoca il travolgimento delle prime tre persone. Due vengono trascinate lungo un salto di rocce ed i traumi subiti ne causano il decesso.

Entrambi gli incidenti mortali hanno strascichi giudiziari per le guide alpine presenti. Se nel primo caso è abbastanza scontato che la guida alpina venga indagata per verificare se ci siano delle responsabilità nel decesso della cliente, avvenuto durante l'accompagnamento professionale, nel secondo caso è meno evidente che la guida alpina sia stata indagata, in quanto stava facendo una gita con un gruppo di amici esperti e quindi non c'era accompagnamento professionale. Infine segnaliamo due incidenti da valanga estivi poco frequenti ma possibili, visto che in Valle d'Aosta ci sono molte montagne sopra i 3500 m, frequentate da numerosi alpinisti durante tutta l'estate. Nel pomeriggio del 1° luglio una piccola valanga puntiforme, partita naturalmente dalle rocce, nella discesa si allarga e travolge parzialmente e senza conseguenze uno dei due alpinisti francesi che, in cordata, stanno scendendo dal Mont Dolent, montagna punto di confine tra Italia, Francia e Svizzera. Pochi giorni dopo, il 4 luglio e sempre di pomeriggio, una valanga travolge senza conseguenze due alpinisti svizzeri poco sopra la zona dei Rocher Whympfer alle Grandes Jorasses.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Centro Funzionale Regionale e il dott. geol. Giulio Contri dell'Ufficio meteo per i dati delle stazioni automatiche.

REGIONE PIEMONTE

INTRODUZIONE

La stagione invernale 2015-2016 è stata a dir poco particolare: la prima parte della stagione, eccezion fatta per alcuni deboli episodi nevosi di ottobre, è stata caratterizzata dalla totale assenza di nevicate nei mesi di novembre e dicembre, salvo esigui e sporadici apporti nevosi, perlopiù inferiori ai 5 cm dovuti a veloci perturbazioni da ovest. Questa situazione non si è riscontrata solo sulle Alpi occidentali ma è stata comune pressoché su tutto il versante alpino italiano.

Analizzando tutta la serie storica, i mesi di novembre e dicembre 2015 (Fig. 50) sono in assoluto i più carenti di neve da quando si dispone di dati diffusi sul territorio piemontese con continuità (ultimi 90 anni). Possiamo osservare inoltre come negli ultimi 30 anni ci sia stata una maggiore variabilità nelle precipitazioni dei mesi di novembre e dicembre, tanto da far registrare un'elevata frequenza di eventi eccezionali, sia positivi sia negativi. Con il nuovo anno lentamente inizia a cambiare il regime meteorologico e l'arrivo delle prime nevicate, dapprima sui settori di confine settentrionali e occidentali, poi, dal mese di febbraio, anche nei settori alpini meridionali. Come possiamo vedere nei grafici (Fig. 51 a,b,c), dalla metà di febbraio alla metà di marzo una serie di intense nevicate ha interessato l'arco alpino piemontese, determinando un repentino aumento dell'altezza di neve al suolo, che ha raggiunto e abbondantemente superato i valori medi del periodo, così come la cumulata di neve fresca, che da valori molto bassi si è portata in linea con i valori medi del mese di marzo. Questi episodi intensi sono stati fonte di una significativa attività valanghiva spontanea, con valanghe anche di grandi dimensioni che localmente hanno interessato la viabilità di fondovalle e causato locali interruzioni delle vie di comunicazione. No-

nostante questo periodo particolarmente nevoso, i ridotti o nulli apporti di neve nel periodo primaverile, indispensabili per altro anche per la riserva idrica estiva, hanno determinato un deficit nevoso su tutto l'arco alpino piemontese con valori di -25% / -40% sui settori meridionali e sud occidentali a tutte le quote e sui settori settentrionali, ad eccezione della cresta di confine con la Svizzera, mentre sono stati più contenuti (-10% / -20%) nelle restanti zone (Fig. 52).

Le nevicate molto concentrate in un periodo ristretto hanno determinato un periodo di significativa instabilità tra la fine del mese di febbraio e la prima metà di marzo, quando si sono registrati i primi due incidenti da valanga, sui tre totali registrati in Piemonte che hanno visto coinvolte cinque persone, di cui una fe-

rita e una deceduta. La stagione invernale 2015-2016 si colloca al 12° posto per il numero degli incidenti degli ultimi 31 anni, decisamente sotto la media degli ultimi 8 anni (Fig. 53).

I primi due incidenti sono avvenuti con grado 4-Forte, mentre l'ultimo incidente registrato in ordine cronologico è avvenuto a fine maggio, quando l'emissione del Bollettino Valanghe era sospesa ed era stata emessa una Nota Informativa il giorno precedente.

EVENTI NIVOMETEOROLOGICI SIGNIFICATIVI

Evento del 27-29 febbraio 2016

La progressiva discesa di una profonda saccatura di origine polare verso la Penisola Iberica, con la conseguente for-

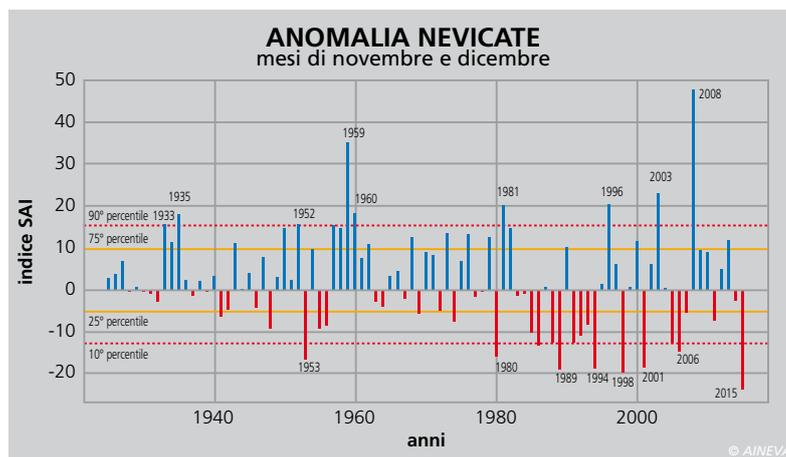
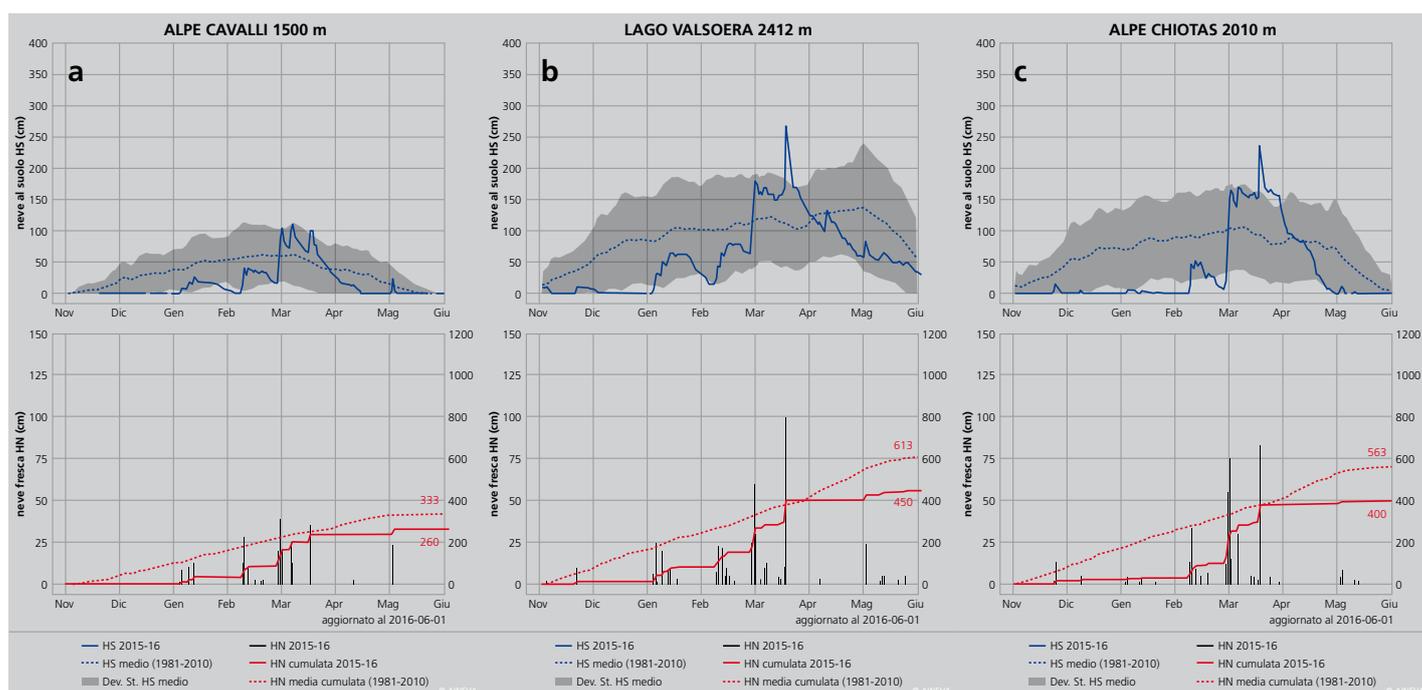


Fig. 50 - Anomalia delle nevicate nei mesi di novembre e dicembre dal 1925 al 2015 in Piemonte.

Fig. 51 - a, b, c Andamento della neve al suolo (grafico blu) e della neve fresca (grafico rosso) in tre stazioni rappresentative del Piemonte.



mazione di un vasto ciclone sul Mediterraneo occidentale causa, a partire dal pomeriggio di venerdì 26 febbraio, un generale peggioramento delle condizioni atmosferiche, con precipitazioni diffuse su tutta la regione. I quantitativi di nuova neve, a 2000 m di quota, registrati a fine evento sono notevoli: 80-130 cm sui settori nord e su Alpi Graie, 50-120cm sulle Alpi Cozie, 120-160cm su Alpi Marittime e Liguri. La quota neve, inizialmente a 600-800m sui settori N e W e a 400-700m sui settori S, domenica 28 si è alzata a 1300-1500m sui settori N e W e a 1000-1200m su quelli sud, mantenendosi ovunque sui 1300-1600m nella giornata di lunedì 29 febbraio. A fine evento il manto nevoso si presenta appesantito dalla pioggia fino ai 1300-1600 m di quota e fortemente umidificato fino ai 1800-2000 m. I notevoli quantitativi di neve recente, con massa volumica

importante alle quote medie, poggiano su strati fragili preesistenti all'interno del manto; inoltre, ad aggravare la situazione, si rafforzano i venti dai quadranti settentrionali sui settori di confine dalle Cozie alle Lepontine, con conseguente trasporto della neve recente, significativo alle quote superiori ai 2400-2600m e lunedì 29 si osserva altresì un deciso rialzo dello zero termico. Nevicate, vento e rialzo termico si rivelano ingredienti ottimali per lo sviluppo di numerose valanghe di medie e localmente grandi dimensioni, di neve a debole coesione e a lastroni, anche di fondo, in particolare alle esposizioni soleggiate. Dal 27 al 29 febbraio il Bollettino Valanghe riporta un brusco cambiamento dei gradi di pericolo valanghe fino a raggiungere il 4-Forte su tutta la regione (Fig. 54). La totalità delle valanghe spontanee che hanno interessato infrastrutture è

stata registrata proprio nelle giornate del 28 e 29 febbraio (Fig. 55) ed è stata prevalentemente concentrata nei settori meridionali della regione, (A. Cozie sud, A. Marittime orientali e A. Liguri). Un solo caso è stato osservato nel Piemonte settentrionale, sulle A. Pennine, complice la lubrificazione degli strati recenti per l'alternanza di neve-pioggia-neve nella fascia altimetrica sotto i 1800-2000 m che ha ridotto gli attriti e favorito la corsa delle masse nevose fino al fondovalle. Nella notte del 28 febbraio una valanga si è abbattuta sulla strada che collega Stropo alla frazione di San Martino, unico collegamento per raggiungere Elva (CN). Questa valanga, a debole coesione di superficie, ha presentato più zone di distacco in corrispondenza di marcati impluvi a quota 1900m. Si è successivamente incanalata nella Comba Caire, interessando la strada a quota 1400 m. Nella stessa notte una valanga è caduta nel comune di Canosio (CN), interessando la strada che conduce alla Borgata Preit a 1320 m di quota; una valanga di neve a debole coesione di superficie incanalata la cui a zona di distacco si è localizzata a 2050 m. Sempre nel corso della notte tra il 28 e il 29 febbraio una valanga, nota come la Chiaffera, è scesa in Val Sesia sulla strada che porta a Rima, senza conseguenze, salvo lo stupore dei pochissimi abitanti la borgata in inverno per l'anomalia tra quantità di neve caduta e sviluppo della valanga. Nella prime ore del 29 febbraio vengono segnalate ulteriori valanghe spontanee. In Valle Gesso, nel comune di Valdieri (CN) una valanga ha interessato la strada che collega la frazione di S. Anna con Valdieri; parte della valanga è transitata sul paravalanghe mentre una porzione significativa è debordata ed ha raggiunto la strada a monte del paravalanghe stesso, per arrestarsi, in prossimità del torrente Gesso a quota 800m circa. Quasi contemporaneamente un'altra valanga si è staccata non molto lontano. In questo caso si è trattato di una piccola valanga di circa 50 m di fronte staccatasi a monte

Fig. 52 - Totale delle precipitazioni nevose HN (cm) nella stazione 2015-2016, a confronto con la media del periodo 1981-2010, per 12 stazioni campione rappresentative dell'arco alpino piemontese.

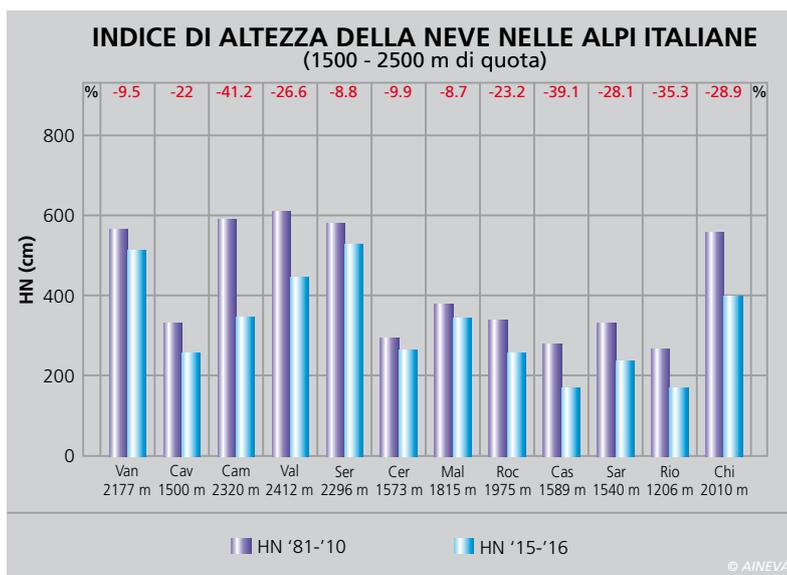
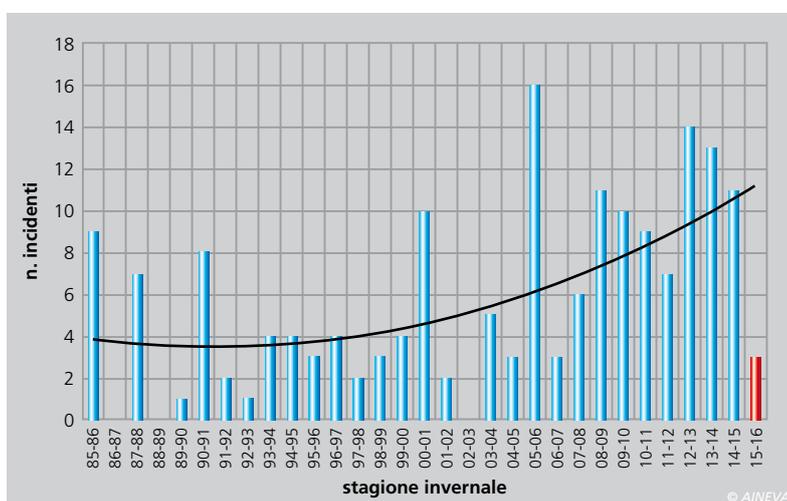


Fig. 53 - Frequenza degli incidenti da valanga negli ultimi 31 anni. La linea intera descrive la tendenza polinomiale (il valore medio è di 5.6 incidenti/anno).



del tornante quotato 900 m della strada che collega Valdieri con la frazione di Desertetto. La zona di accumulo si è concentrata poco più a valle della strada, per cui il dislivello coperto dalla valanga non ha superato i 70 m. In questo caso si è tratta di una valanga di neve debole coesione di fondo. Sempre lunedì 29 una valanga ha interessato il comprensorio del Mondolè Ski provocando danni alla cabina elettrica posta nella stazione di valle della seggiovia "Il Rosso" di Prato Nevoso. Fortunatamente le piste erano chiuse e non vi sono state persone coinvolte. La valanga si è staccata dai ripidi pendii, esposti a nordovest a 1700 m di quota circa per poi arrestarsi circa 150 m più a valle.

Evento di inizio marzo 2016

A partire da venerdì 4 marzo una circolazione depressionaria nordatlantica scende verso l'Italia; sabato 5 il fronte freddo associato, a ridosso della catena alpina, determina un forte gradiente barico al suolo sul Piemonte apportando forte instabilità sul Nord Italia e un repentino abbassamento dello zero termico, con nevicate diffuse su tutta la regione e temporali di neve sul basso Piemonte. La quota neve è scesa ovunque fino a 200-400 m per poi rialzarsi, verso la fine delle precipitazioni nel corso della mattinata di sabato, esauritesi a partire dai settori meridionali, occidentali e infine settentrionali. Oltre i 1500-2000 m di quota si registrano a fine evento 30-60 cm di nuova neve su A. Pennine e Lepontine, 10-30 cm dalle A. Graie fino alla Val Clarea, 30-50 cm dalla Val Susa fino alla valle Gesso e 20-30 cm sulle A. Liguri. La successiva intensificazione dei venti dai quadranti ovest-nordovest, in particolare sui settori settentrionali e occidentali della regione ha determinato il rimaneggiamento del manto nevoso con sviluppo di accumuli sui versanti sottovento, perlopiù alle quote superiori al limite del bosco.

In questo periodo si sono verificati i primi due incidenti della stagione. Alle ore 9.30 di sabato 5 marzo un dipendente comu-

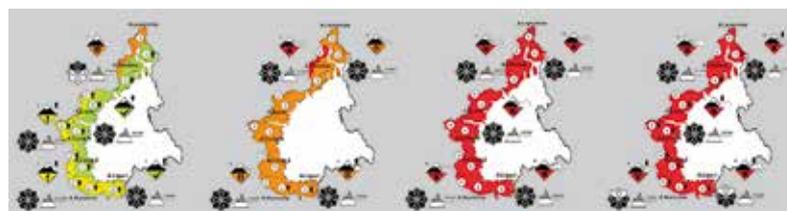


Fig. 54 - Evoluzione dei gradi di pericolo. Mappe estratte dai bollettini del 27/02, 28/02, 29/02 e 01/03.

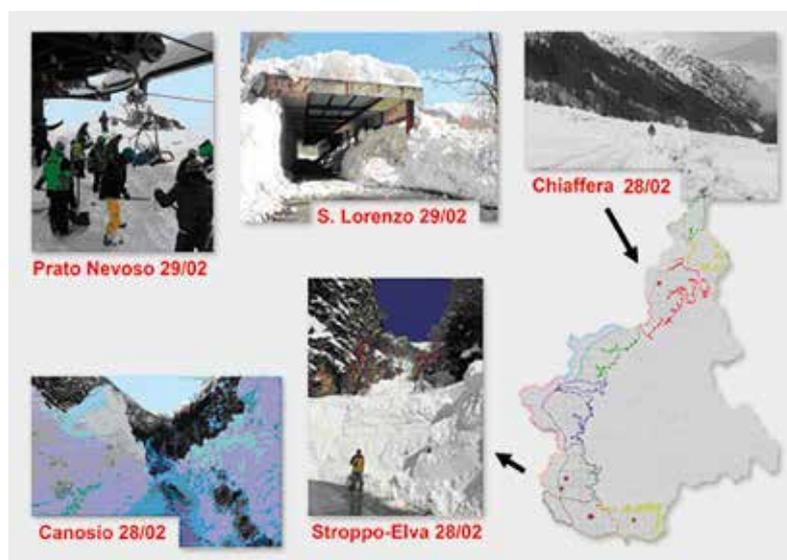


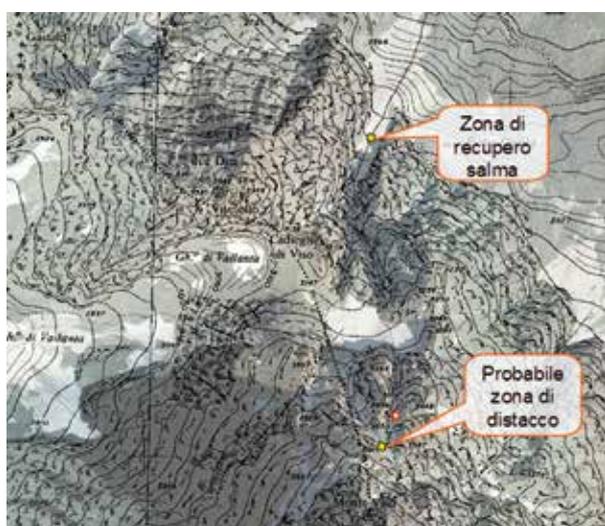
Fig. 55 - Attività valanghiva spontanea e relativa localizzazione.

nale stava liberando dalla neve fresca la strada che collega la borgata Palent del comune di Macra (CN) con il fondovalle. Poco più a valle della borgata il mezzo spartineve viene coinvolto da una valanga staccatasi dalla Comba di Palent e trascinato per circa 100 m. L'operatore, che fortunatamente ha riportato solo alcune contusioni, è rimasto all'interno dell'abitacolo del mezzo ed è riuscito a liberarsi da solo. La valanga si è probabilmente staccata dalla zona di cresta, a circa 1850 m di quota, in un impluvio esposto a nordest, caratterizzato da una rada copertura forestale e da una forte pendenza -inclinazione circa 40°-. Il giorno seguente un gruppo di sci alpinisti, in discesa lungo i pendii est del Monte Boscasso, provoca una valanga di piccole dimensioni poco sotto la vetta, a circa 2500 m di quota. Un componente del gruppo viene travolto e immediatamente liberato dai compagni, fortunatamente senza conseguenze.

INCIDENTE DA VALANGA SUL MONVISO (VALLE PO) 21 MAGGIO 2016

Nel corso della giornata di mercoledì 18

maggio la discesa di una goccia fredda dalle isole britanniche verso l'arco alpino occidentale determina un progressivo peggioramento delle condizioni meteorologiche con rovesci e temporali sparsi, localmente di forte intensità. Nel corso del tardo pomeriggio del giorno successivo si assiste ad un graduale miglioramento del tempo. Lo zero termico sul sud Piemonte si mantiene sui 2700-2800 m e i venti sono moderati in montagna. Dalla giornata di venerdì, la progressiva espansione di un promontorio anticiclonico sul bacino occidentale del Mediterraneo riporta condizioni di bel tempo fino a domenica mattina con un progressivo aumento delle temperature. La stazione nivometrica automatica del Colle dell'Agnello, posta a 2685 m di quota, ha misurato nella mattinata di giovedì 19 maggio un apporto di 17 cm di nuova neve ed un brusco aumento delle temperature proprio nella giornata dell'incidente -temperature minime e massime registrate rispettivamente pari a +2 °C e +14 °C-. La nevicata del 19 maggio è stata associata a venti localmente forti dai quadranti occidentali, in attenuazione a fine evento: la stazione automatica di Colle Barant, in valle Pel-



Dall'alto in basso:
Fig. 56 - Vista d'insieme dell'itinerario.

Fig. 57 - Estratto cartografico del Monviso. La stellina rossa identifica il punto dell'incidente.

Fig. 58 - Parte bassa della zona di scorrimento della valanga.

lice, pur essendo situata a bassa quota -2294 m- ha registrato intensità delle raffiche superiori a 10 m/s. L'incidente si è verificato nel canalone Coolidge sulla parete nord del Monviso. L'itinerario percorre un primo canale, detto Coolidge inferiore, che permette di raggiungere il ghiacciaio pensile dopo

un breve salto roccioso. Dal Pensile dipartono 3 canali: quello più sulla destra idrografica è il Coolidge superiore, quello centrale è il Canale centrale infine, quello più a sinistra è il Canale Perotti (Fig. 56). Il canale Coolidge è il più lungo e termina a pochi metri dalla vetta: si tratta di un itinerario alpinistico e di sci ripido molto esposto nella parte alta e presenta pendenze sempre molto sostenute -inclinazioni di 50-55°-. In caso di caduta dal Coolidge superiore o dal ghiacciaio pensile il risalto di roccia che immette nel Coolidge inferiore rappresenta un forte pericolo.

Le buone condizioni raccontate dai forum di nicchia si riferiscono generalmente alla presenza di neve fresca su un fondo portante, perché più facile da sciare: chi ambisce alla discesa in sci di uno dei canali nord del Monviso ricerca probabilmente queste condizioni e si concentra su tali itinerari nell'arco temporale di pochi giorni. Solitamente le migliori condizioni si trovano in primavera inoltrata quando la neve copre il ghiaccio del Coolidge superiore.

Nella giornata dell'incidente si trovavano nello stesso itinerario 10 persone: qualcuno ha optato per la gita in giornata, che prevede circa 2200 m di dislivello da Pian della Regina, Crissolo (CN) e qualcuno ha spezzato in due la gita, dormendo al bivacco Villata -2680m- posto all'imbocco del Coolidge inferiore. Tutti gli alpinisti hanno raggiunto la cima alle prime ore del mattino di sabato 21 maggio. I primi due iniziano la discesa in sci alle ore 8:30, seguiti da un gruppo composto da uno sciatore e uno snowboarder che avevano lasciato gli sci prima della "Corda Molla", una ripida cresta nevosa a circa 3600 m di quota, e da altri due scialpinisti che avevano lasciato gli sci a circa 3650 m per poi raggiungere la vetta.

Gli ultimi a scendere, alle 11, sono stati due francesi che hanno atteso in cima un'ora prima di iniziare la discesa. Dopo aver recuperato gli sci il terzo gruppo inizia a scendere ma dopo 5-6 curve, a circa 3500 m di quota, viene

investito da uno scaricamento.

Lo sciatore più a valle si trova sul bordo del canale e le code degli sci vengono investite dallo scaricamento: fortunatamente riesce a controllare la scivolata e a fermarsi contro le rocce che bordano il canale; il suo compagno, che si trovava poco più a monte ma al centro del canale, viene completamente investito dallo scaricamento, perde l'equilibrio e precipita fino al fondo del canale Coolidge inferiore, a quota 2700 m circa, dove viene trovato deceduto (Fig. 57). Più a valle si trova il secondo gruppo in ordine di discesa: lo sciatore riesce ad evitare lo scaricamento, lo snowboarder invece viene travolto e trasportato senza conseguenze per 200 m. Siccome nella zona dell'incidente non vi era copertura telefonica, i soccorsi sono stati allertati soltanto alle 12.

Lo scaricamento che ha determinato l'incidente è stato spontaneo. Il sole raggiunge la parte alta del canale Coolidge molto presto e probabilmente il riscaldamento delle rocce esposte a nord est, seppur a circa 3600 m di quota, ha determinato la perdita di coesione della neve superficiale che si è incanalata in una *goulotte* molto ripida, sfociando nel Coolidge superiore dove si trovavano gli sciatori. Testimoni parlano di un distacco puntiforme di neve umida con uno spessore di circa 20-30 cm. Nella zona di distacco pare che la superficie di scorrimento sia stata costituita dalla neve sahariana.

La neve coinvolta nello scaricamento, seppur di modesta quantità, era molto pesante ed è stata sufficiente a destabilizzare lo sciatore, data la pendenza estrema del pendio (Fig. 58).

La causa del distacco è dunque imputabile ad una localizzata perdita di stabilità nei pressi di affioramenti rocciosi dove erano presenti alcuni accumuli da vento. L'incremento di acqua liquida negli strati superficiale ha probabilmente raggiunto la crosta da fusione e rigelo sottostante, costituita da neve rossa, che si è dimostrata un efficace piano di scorrimento.

REGIONE MARCHE

CARATTERISTICHE SALIENTI DELL'INVERNO

In maniera simile a quanto avvenuto sull'arco alpino, anche per l'Appennino centrale la stagione invernale durante la prima parte dell'inverno è stata povera di neve, con precipitazioni a carattere di pioggia fino a quote elevate e frequenti condizioni di garbino (Fig. 59 a e b), con una conseguente quasi totale mancanza del manto nevoso.

Le precipitazioni nevose più frequenti si sono concentrate durante i mesi di febbraio ed in particolare di marzo (si confrontino le Fig. 60 a, b, c); l'alternanza di iniziali avvezioni calde seguite da brevi fasi finali più fredde, l'azione frequente dei venti catabatici occidentali (Fig. 61 a e b) ed il soleggiamento sempre più prolungato ed intenso hanno favorito un veloce assestamento del manto ed il consolidamento tra le varie stratificazioni interne. L'attività valanghiva registrata è stata caratterizzata esclusivamente da scaricamenti o piccole valanghe spontanee di neve fresca a debole coesione.

EVENTI NIVOMETEOROLOGICI SIGNIFICATIVI

Le prime nevicate della stagione invernale sono avvenute a metà e fine novembre, quando i suoli erano nudi e

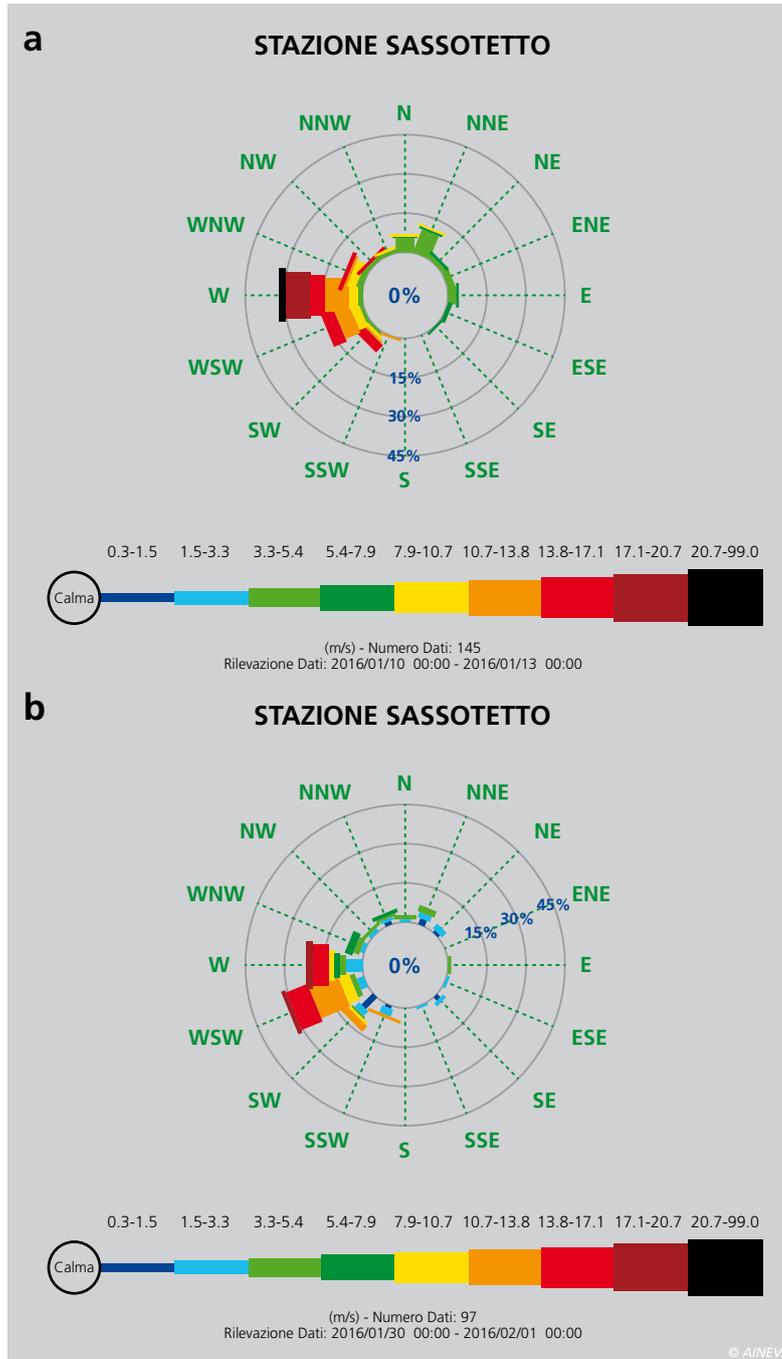


Fig. 59 - Velocità e direzione del vento presso la stazione di Sassotetto: a) dal 10 al 12 gennaio 2016 e b) il 30 gennaio 2016.

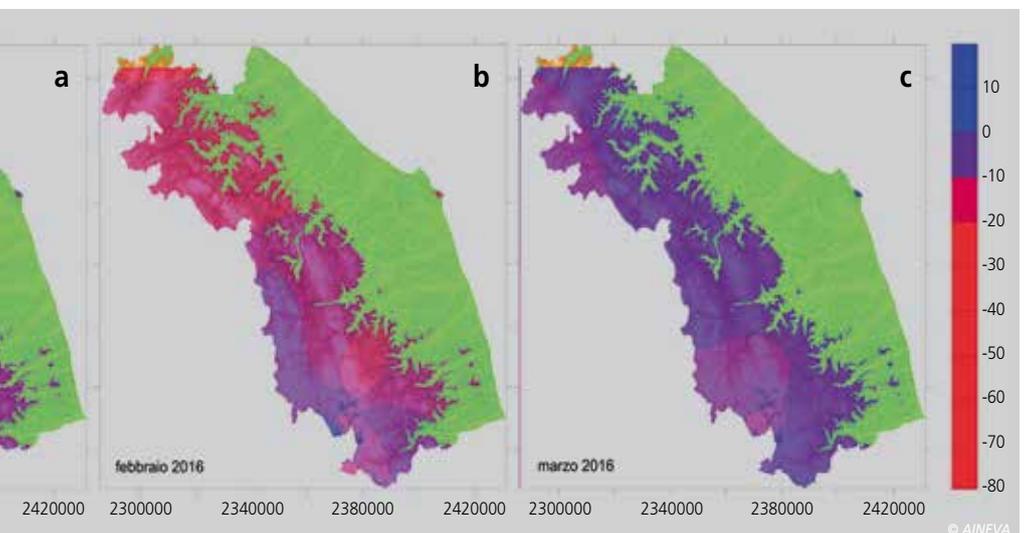
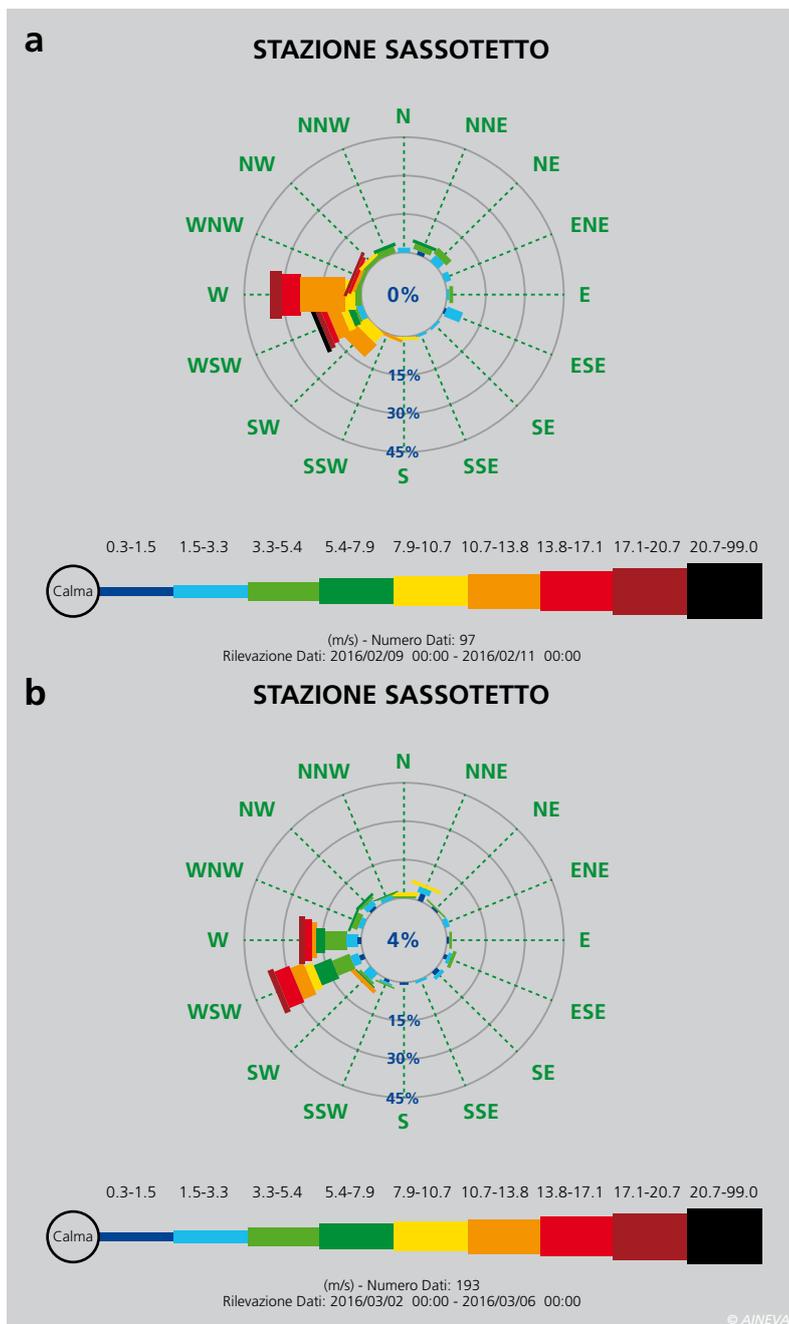


Fig. 60 - Scarto dalla media delle precipitazioni nei mesi di a) gennaio, b) febbraio e c) marzo 2016.

Fig. 61 - Velocità e direzione del vento presso la stazione di Sassotetto:
 a) dal 09.02.2016 al 10.02.2016
 b) dal 02.03.2016 al 05.03.2016.



Sotto, da sinistra a destra:

Fig. 62 - Veduta da Monte Prata della cresta tra Cima Vallifante e Monte Porche e della Cima di Monte Porche.

Fig. 63 - Veduta da Castelluccio del versante occidentale del Monte Vettore.



ancora caldi con conseguenti scaricamenti di neve fresca a debole coesione. Per vedere nuovi apporti nevosi si è dovuto aspettare fino a metà gennaio, quando una debole nevicata di neve umida è stata seguita dopo pochi giorni da una nevicata di neve asciutta con quantitativi al più moderati (Figg. 62 e 63) accompagnata da venti intensi (Fig. 64); gli spessi lastroni da vento hanno poggiano su croste da fusione e rigelo e localmente addirittura su locali accumuli di neve pallottolare, presentando la possibilità di discontinuità lungo le superfici di contatto.

A seguito i bassi gradienti all'interno del manto e gli sbalzi sensibili tra valori diurni e notturni hanno favorito l'innesco di metamorfismi distruttivi all'interno del manto e croste da fusione e rigelo alla sua superficie.

Stesso schema per una nuova perturbazione ad inizio febbraio (Fig. 65): i fenomeni convettivi associati a temperature inizialmente con la presenza di neve pallottolare sono stati seguiti da un'avvezione più fredda e da una redistribuzione della neve fresca con la formazioni di lastroni. Ma le croste sottostanti ancora morbide e le alte temperature hanno favorito nuovamente un rapido legame tra i diversi strati.

Le frequenti condizioni di garbino e le deboli precipitazioni che si sono susseguite durante il mese di febbraio, spesso piovose fino a quote medio-alte, hanno

contribuito ad una graduale consunzione e stabilizzazione del manto.

A marzo infine ci sono stati due episodi con cumulate moderate sui settori orientali e deboli altrove, che hanno permesso ad alcuni impianti di rimanere aperti durante il periodo pasquale.

In entrambi i casi lo strato superficiale del manto, formato alle quote medio-basse da neve umida in rapido assestamento e da neve più leggera alle quote superiori, poggiava su croste da fusione e rigelo; il forte e prolungato soleggiamento ha favorito una rapida stabilizzazione. Questo è stato l'unico periodo, oltre a quello iniziale a novembre, in cui si sono registrati scaricamenti o piccole valanghe di neve a debole coesione (Fig. 66).

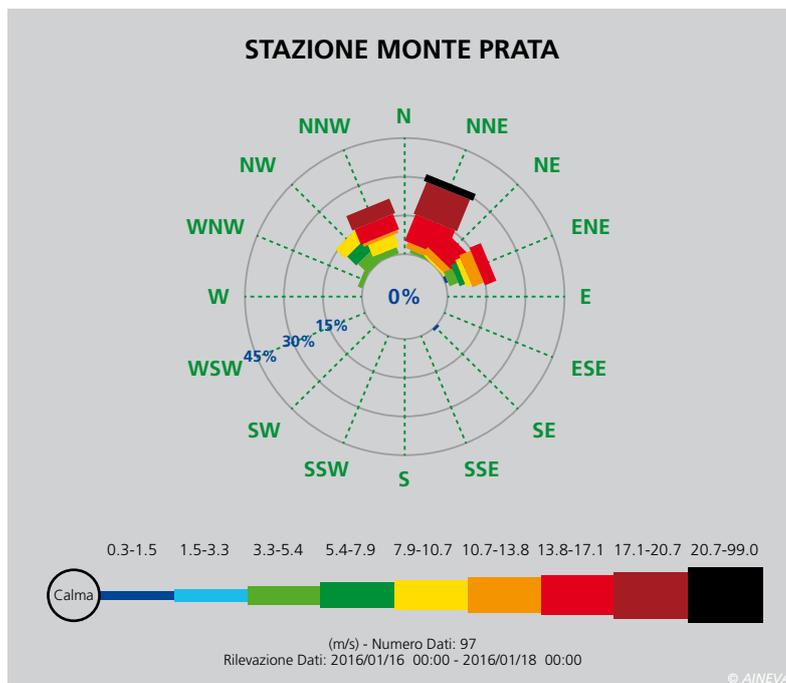


Fig. 64 - Velocità e direzione del vento presso la stazione di Prata dal 16.01.2016 al 17.01.2016.

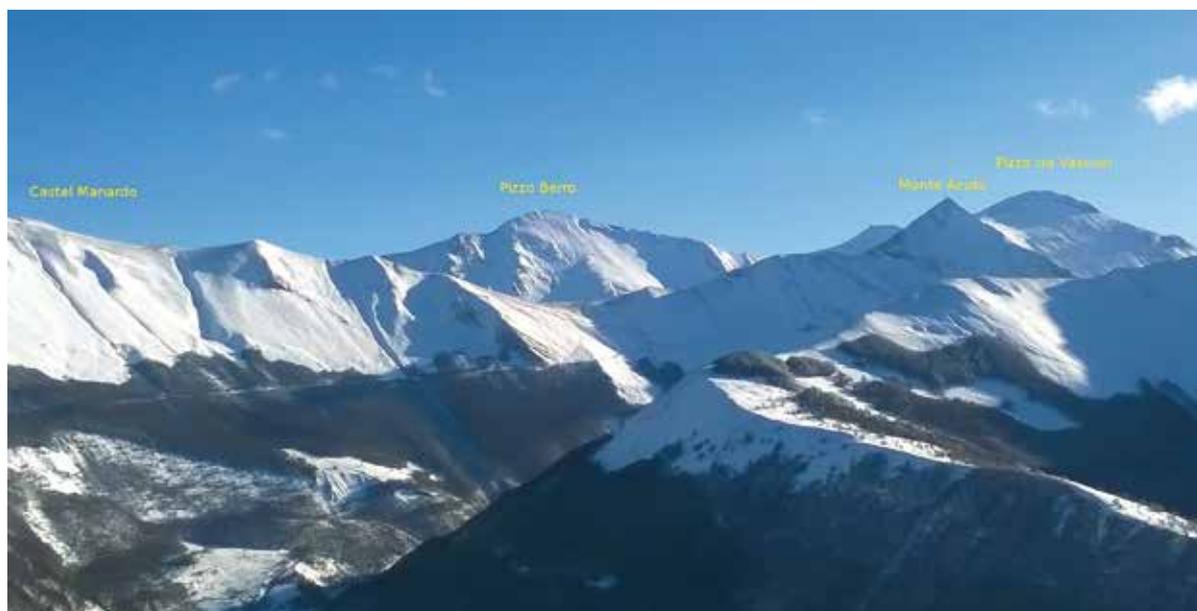


Fig. 65 - Veduta da Pintura di Bolognola (da sinistra a destra) di Monte Castel Manardo, Pizzo Berro, Monte Acuto e Pizzo tre Vescovi.



Fig. 66 - Veduta da Pintura di Bolognola di Monte Acuto e Balzo Cancelliere.

La NEVE ROSSA

Effetto cromatico o difetto di stabilità?

Mauro Valt

ARPAV-DRST-SNV

Centro Valanghe di Arabba, Arabba
mauro.valt@arpa.veneto.it

Maria Cristina Prola

ARPA Piemonte,

Dipartimento Sistemi Previsionali, Torino

Con il contributo dell'Ufficio
Meteorologico di ARPA Piemonte e del
gruppo previsori valanghe di AINEVA

La presenza di polveri di sabbia di origine sahariana nelle precipitazioni che interessano l'Europa centro meridionale è assai frequente. Queste deposizioni sono state rinvenute anche nelle carote dei ghiacciai alpini e danno un color rosso alla neve, più o meno evidente in relazione alla loro concentrazione. Questa colorazione, a prima vista, può essere anche confusa con quella data anche dall'alga unicellulare *Chlamydococcus nivalis*.

La presenza di polveri sulla superficie del manto nevoso riduce l'albedo della neve, accelerando i processi di fusione. Questo determina la formazione di strati superficiali formati prevalentemente da forme fuse che, con il successivo rigelo, si trasformano rapidamente in croste. Queste croste, una volta inglobate nel manto nevoso e in determinate condizioni, sembrano facilitare la formazione di sottili strati deboli di cristalli sfaccettati, aumentando l'instabilità del manto nevoso.

Nel presente lavoro, dopo una descrizione storica di alcuni eventi osservati nei secoli passati, vengono descritti dal punto di vista meteorologico alcuni episodi recenti di importanti deposizioni di polveri sulle Alpi meridionali e gli effetti osservati sulla stabilità del manto nevoso.



INTRODUZIONE

Siamo tutti abituati ad ammirare la neve bianca che ricopre i prati, gli alberi, le montagne delle Alpi o delle zone più remote. L'osservatore nivologico esperto, quando scava una buca nella neve, è capace di leggere ed interpretare i vari colori del bianco, da quello opaco della neve ventata o appena caduta, a quello azzurro leggero per i primi processi di crescita cinetica, all'azzurro inteso della neve bagnata. A questi colori del bianco si associano le nevi colorate con le tonalità in superficie come le nevi nere delle zone vulcaniche, quelle gialle di alcune nevi artificiali ricche di solfuri, quelle verdi dovute ad alghe microscopiche, quelle rosse vinaccia ed infine quelle ocra e rosso carminio.

Nel presente lavoro vengono prese in considerazione le nevi che sono tinte con diverse tonalità di rosso.

LE NEVI ROSSE

Giacomo Filiasi nel suo *"Delle osservazioni sopra le vicende annuali atmosferiche di Venezia e Paesi circostanti"* agli inizi dell'ottocento scriveva "... Se il vento equatoriale è procelloso e violento alle volte posta pioggia mista a polvere ed anche rossa, onde avviene che il popolo si spaventa credendo sia piovuto sangue".... E continuava "...nella notte del 7 marzo 1807 dopo una burrasca di scilocco [sic] cadde neve floscia che comparve tinta di arancio e ciò sino al piede dell'Alpi. Nello stesso giorno nel Regno di Napoli spirando violentissimo vento di ostro cadde e rossa pioggia e tinta di color tabacco"... Più avanti, parlando sempre di nevi rosse *"I Monaci di s. Bernardo osservarono che alcune volte cadono nevi rosse in quelle Alpi, ma soffiando sempre il vento tra S e SO. Scopersero nell'acqua di quelle nevi ocra di ferro ed un principio resinoso vo-*

latile derivante da qualche criptogama," e ancora *"È poi da notarsi che cadono nevi rosse nell'Appennino soffiando tepido il vento australe"*.

Questo scritto evidenzia che le nevi color rosso non sono un fenomeno recente ma che anche nella storia si trova evidenza di questo fenomeno. Oltre ad una colorazione in concomitanza di venti di "scilocco" o "procelloso e violento equatoriale", nello stesso scritto si trova anche l'indicazione di una altra natura della colorazione rossa della neve e precisamente *"Ora si sa che ai poli esistono nevi rosse, e che in esse coll'ajuto del microscopio si osservano innumerevoli fungetti del genere degli uredi"*.

Giuseppe Feruglio nel 1901 segnalò la presenza di "neve di color rosso" attribuibile a *Chlamydococcus nivalis* sul Monte Canin. Gualtiero Simonetti scrive che le nevi colorate ad opera di alghe unicellulari è un fenomeno frequente nelle Alpi orientali dovute alla presenza della citata alga verde. Questa tipologia di alga è presente anche in altre parti del mondo come in Artico e in Antartide. L'ammiraglio James K. Ross ne segnalò per primo il fenomeno nel 1818 nella Baia di Baffin a 75°N.

Si posso quindi distinguere due tipologie di neve rossa:

- quella dovuta alla presenza dell'alga verde *Chlamydococcus nivalis* (Bauer) (ora *Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille)
- quella per inclusioni di sabbia.

La *Chlamydomonas nivalis* è un'alga verde che deve il suo colore rosso ad un brillante pigmento carotenoidale rosso, che protegge il cloroplasto dalle intense radiazioni visibili e ultravioletta quando l'alga si trova vicino alla superficie del manto nevoso (5-25 di cm di profondità).

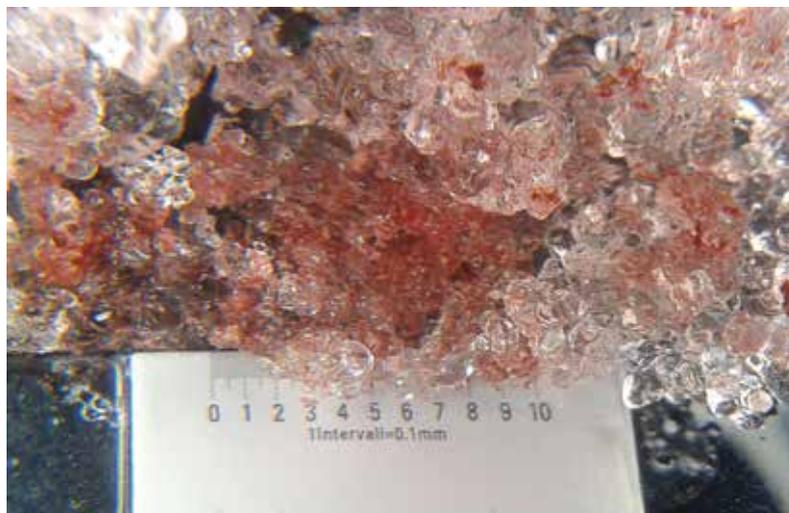
Nelle Fig. 1 è possibile osservare come si presenta la superficie del manto nevoso in presenza dell'alga in primavera mentre in Fig. 2 si può osservare come appare la neve (grani di neve fusa-MF) e l'alga all'osservazione con una lente d'ingrandimento da campagna (MF).

Con questa colorazione aumenta il suo potere di assorbimento di calore che fa-

Fig. 1 - Superficie del manto nevoso caratterizzata dalla presenza dell'alga *Chlamydomonas nivalis*. (Foto Renato Zasso).



Fig. 2 - Particolare della neve fusa (MF) in presenza dell'alga *Chlamydomonas nivalis*. (Foto Renato Zasso).



vorisce la fusione della neve attorno nella quantità che serve all'alga stessa. Le alghe a volte si accumulano in depressioni poco profonde nella neve. Il pigmento carotenoidico assorbe il calore e di conseguenza approfondisce le depressioni accelerando la fusione della neve.

Dagli studi si è scoperto che quest'alga è in grado di assorbire quantità di anidride carbonica significative. Nelle zone montuose più ricche di quest'alga si è notato che l'organismo è in grado di assorbire il 10% di anidride carbonica in più rispetto alle piante (<http://travelblog.alpinfoto.it/fenomeno-della-neve-rossa>).

L'alga ha una colorazione rossa vinaccia ed è visibile in superficie nella stagione dell'ablazione (Fig. 3) mentre la neve rossa per la presenza di polveri sahariane è osservabile durante tutta la stagione invernale sia in superficie sia nei profili stratigrafici del manto nevoso in strati sommersi nonché nelle carote di neve estratte dalle nevi annuali e dai ghiacciai. In Fig. 4 è possibile osservare il profilo del manto nevoso realizzato il 26 febbraio 2014 dopo le precipitazioni dei giorni precedenti. I due strati con deposizione di sabbia, relativi alle precipitazioni del 19 febbraio, sono ben visibili e sono stati ricoperti dalle nevicate dei giorni seguenti. Ad esempio, De Angelis e Gaudichet (1991) analizzarono i depositi di neve sahariana nella carota di ghiaccio di 70 m prelevata sul Monte Bianco riconducibile all'accumulo dei precedenti 30 anni, individuando la presenza di quarzo e caolinite. Così come Sodemann et al. (2006) hanno ricostruito la storia di due importanti eventi di trasporto di sabbia sahariana archiviata nei ghiacci alpini della Svizzera nel marzo e ottobre 2003. Oggi, diversi progetti europei hanno studiato il trasporto della sabbia sahariana verso l'Europa, il suo impatto nelle precipitazioni anche come eventi di aumento delle concentrazioni di PM10, attraverso il monitoraggio e la previsione degli eventi (<http://forecast.uoa.gr/>) o attraverso la ricostruzione degli avvenimenti (<http://www.bsc.es/earth-sciences/mineral-dust-forecast-system>).



Fig. 3 - Manto nevoso caratterizzato dall'alga *Chlamydomonas nivalis*.



Fig. 4 - Situazione del manto nevoso il 26 febbraio 2014 in località Cima Pradazzo a 2200 m di quota. Le nevicate con neve contenente sabbia (19 febbraio) sono ben visibili e sono state ricoperte dalle precipitazioni dei giorni seguenti.

Oltre a questi aspetti di tipo ambientale, Wagenbach et al. (1996), nell'introduzione al suo articolo, scriveva che gli impatti a larga scala degli eventi di trasporto di neve sahariana sono:

- un significativo incremento del rischio valanghe per il disturbo alla tessitura della superficie del manto nevoso;
- una diminuzione dell'albedo della neve con un aumento dell'ablazione durante la primavera con un effetto sul bilancio di massa dei ghiacciai alpini;

- una sostanziale neutralizzazione del forte inventario acido del manto nevoso stagionale a causa dell'ingresso di polveri alcaline che forniscono anche un flusso supplementare di oligoelementi essenziali e sostanze nutritive per le aree alpine ecologicamente sensibili.
- Oltre a questi aspetti, la presenza di polveri in superficie, condiziona di molto la fusione del manto nevoso accelerandola in modo significativo.

Painter et al. (2007) hanno studiato l'im-

Fig. 5 - Analisi ECMWF dell'altezza geopotenziale a 500 hPa, rappresentativo della corrente a getto del 1 aprile 2016 alle 00UTC.

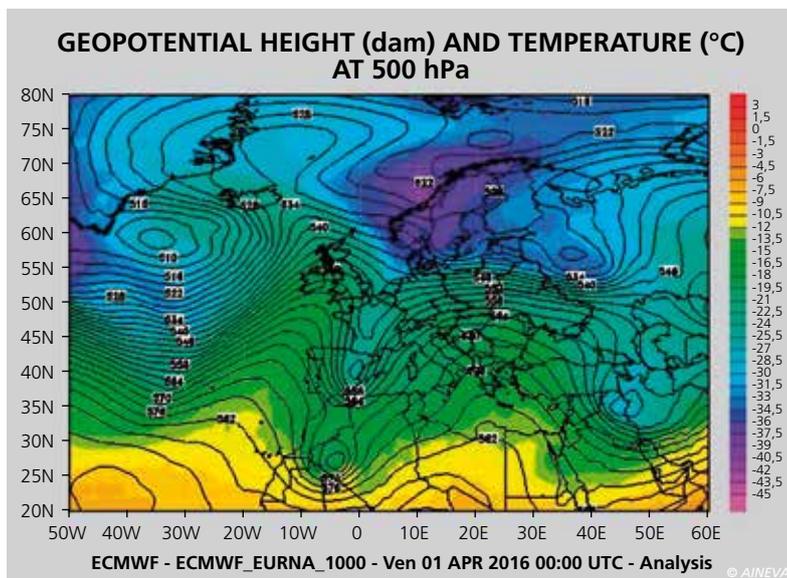


Fig. 6 - Analisi ECMWF del campo di vento a 300 hPa del 1 aprile 2016 alle 00UTC.

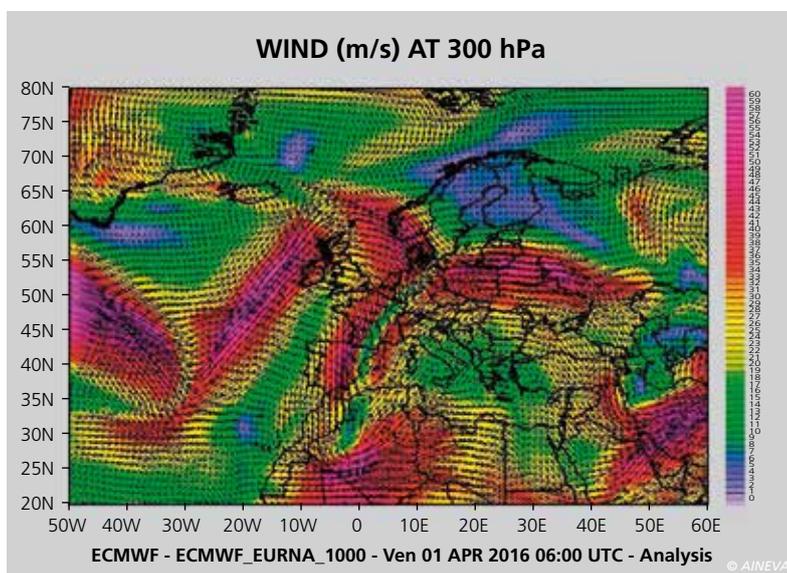
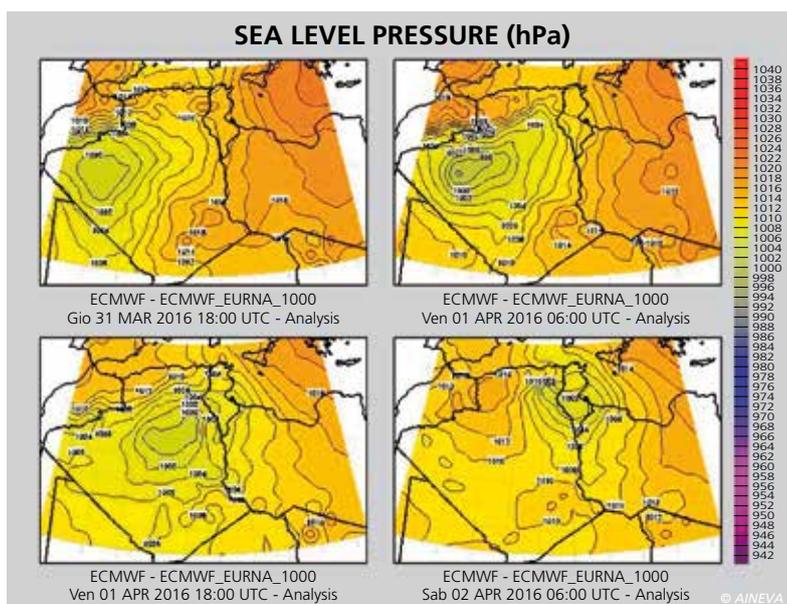


Fig. 7 - Evoluzione ogni 12 ore della pressione al livello del mare dalle 18 UTC del 31 marzo 2016 (analisi ECMWF).



patto che ha la presenza delle polveri del deserto sulla durata del manto nevoso alpino sul Colorado Plateau, l'altipiano del

Colorado,, riscontrando una riduzione da 18 a 35 giorni a causa della "forzatura" della energia ad onda corta assorbita dalle

polveri inglobate nel manto nevoso. Løseleben et al. (2006), indagando le nevi a Niwot Ridge (Colorado), hanno verificato che la radiazione ad onda corta assorbita dalle polveri ha un'azione fino a 20-30 cm di profondità dalla superficie, che si traduce in un riscaldamento della neve e ad una microscopica fusione. Inoltre hanno potuto quantificare un'ablazione maggiore nelle aree caratterizzate da polveri in 30 cm di spessore di neve, una conseguente alterazione dei flussi di acqua da fusione nel terreno e un incremento dei flussi energetici nel manto nevoso (con ripercussioni sulle simulazioni).

Questa differenza di assorbimento di energia è stata evidenziata sempre da Painter et al. (2007) misurando la risposta radiometrica di una neve "pura" e di una neve con polveri del deserto nelle lunghezze d'onda da 0.4 a 1.8 μm . L'assorbimento nella parte del visibile dell'infrarosso vicino (termico) è importante e significativo.

Toepfer et al. (2006) hanno invece approfondito gli aspetti già enunciati da Wagenbach et al. (1996) e hanno indagato l'impatto delle deposizioni di polveri desertiche sul manto nevoso e il loro impatto sull'attività valanghiva e sulla distribuzione spaziale degli eventi.

Oltre agli effetti sull'ablazione del manto nevoso, è stato evidenziato che lo strato di polvere, una volta sepolto, può fungere da piano di scivolamento per future valanghe di neve umida oppure, se lo strato diventa una crosta da fusione e rigelo, può nascondere eventuali strati deboli sepolti sotto (di FC o DH).

Dall'analisi di questi lavori, che spaziano dalle spore alle curve spettro radiometriche della neve (Valt e Salvatori, 2016) per arrivare alle valanghe, emerge che la "neve rossa" riveste un ruolo importante nell'ambiente alpino e nella sua evoluzione stagionale.

Nel presente lavoro, vengono approfondite alcune possibili interconnessioni fra le deposizioni di polveri sahariane, le trasformazioni morfostutturali della neve e l'eventuale incidenza sulla stabilità del manto nevoso.

LE NEVICATE CON DEPOSIZIONI DI POLVERI SAHARIANE SULLE ALPI MERIDIONALI

Nelle carote dei ghiacciai alpini sono stati individuati diversi episodi di deposizioni di polveri sahariane avvenuti nel passato e descritti da diversi autori. Ad esempio Sodemann et al. (2006) ha analizzato in modo approfondito le precipitazioni nel mese di marzo del 2000 con episodi di polveri provenienti dalla Mauritania (15 marzo), dall'Algeria/Mauritania/Mali il 19 marzo e dall'Algeria/Libia il 15 di ottobre.

Infatti, quasi tutti gli anni, sull'Europa meridionale ed in particolare sull'arco alpino meridionale, si verificano delle neviccate accompagnate da sabbia sahariana, che viene trasportata dalle basse latitudini verso nord da venti sciroccali. Già Prodi e Fea (1978, 1979), hanno individuato le situazioni sinottiche con associate il trasporto di sabbia sahariana che interessano il versante italiano della Alpi. La configurazione meteorologica caratteristica di questi eventi è la presenza di una profonda perturbazione di origine atlantica accompagnata da aria fredda di origine polare in quota, innestata sulle ondulazioni del flusso occidentale. L'aria fredda favorisce l'approfondimento della saccatura verso sud e, quando la perturbazione dalla Spagna entra nel Mediterraneo, la corrente a getto si trova a transitare sulle regioni del nord Africa con la parte avanzata della saccatura, dove si ha l'intensificazione del vento e la convergenza nei bassi strati, sopra la zona desertica.

Spesso questa configurazione, trovando un'area di alta pressione ad est, tende a rallentare il suo moto verso oriente e a formare un minimo chiuso sul deserto del Sahara, tipicamente a sud della catena montuosa dell'Atlante. Il minimo di pressione favorisce, insieme alla zona di forte convergenza del vento, il sollevamento della sabbia sahariana.

Anche se sono state osservati eventi a fine inverno e in autunno, gli episodi di

neviccate con intrusione di sabbia si hanno in prevalenza nel periodo primaverile, quando la dinamica della corrente a getto incomincia ad assumere una maggiore variabilità e ad amplificare l'ampiezza interessando le latitudini più basse. Poiché si tratta di perturbazioni piuttosto ampie, l'interessamento della "neve rossa" riguarda diverse zone delle Alpi, a partire da quelle occidentali per spostarsi via via su quelle più orientali. Solo la presenza di un'ampia e persistente area anticiclonica, estesa dalla Libia verso i Balcani, può impedire il movimento verso est della saccatura e limitare l'effetto

alle Alpi nordoccidentali.

Oltre alla capacità di sollevamento della sabbia, dovuta principalmente alla rapida riduzione della pressione al suolo e alla forte convergenza del vento, un elemento fondamentale per il trasporto a lunghe distanze è la quota del sollevamento e la presenza di un intenso flusso sciroccale alla quota del trasporto, tipicamente tra i 3000 e i 5000 m. L'interazione del flusso umido con i rilievi alpini favorisce successivamente i fenomeni di condensazione e precipitazione, che determinano la ricaduta al suolo anche delle particelle di polvere trasportata.

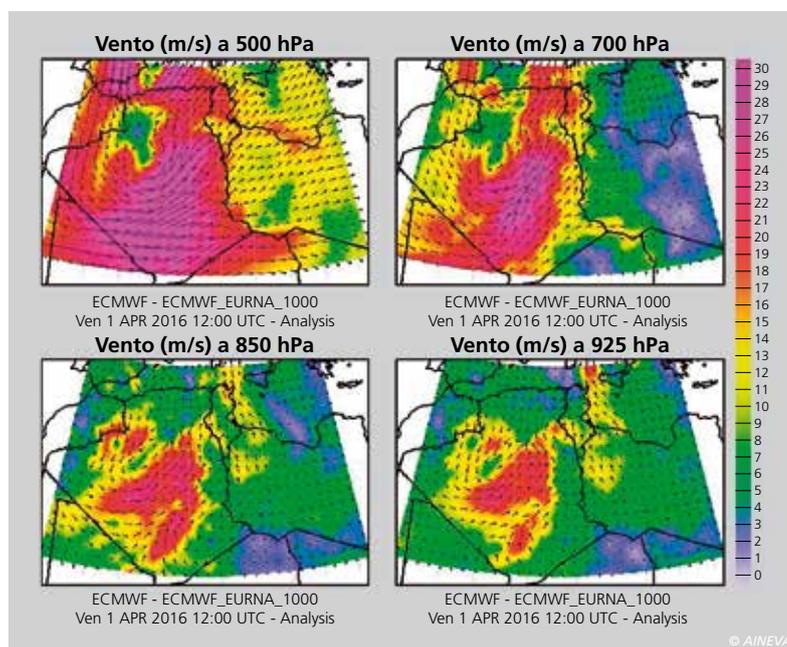


Fig. 8 - Evoluzione ogni 12 ore del vento a diversi livelli atmosferici (500, 700, 850 e 925 hPa) l'1 aprile 2016 alle ore 12 UTC (analisi ECMWF).

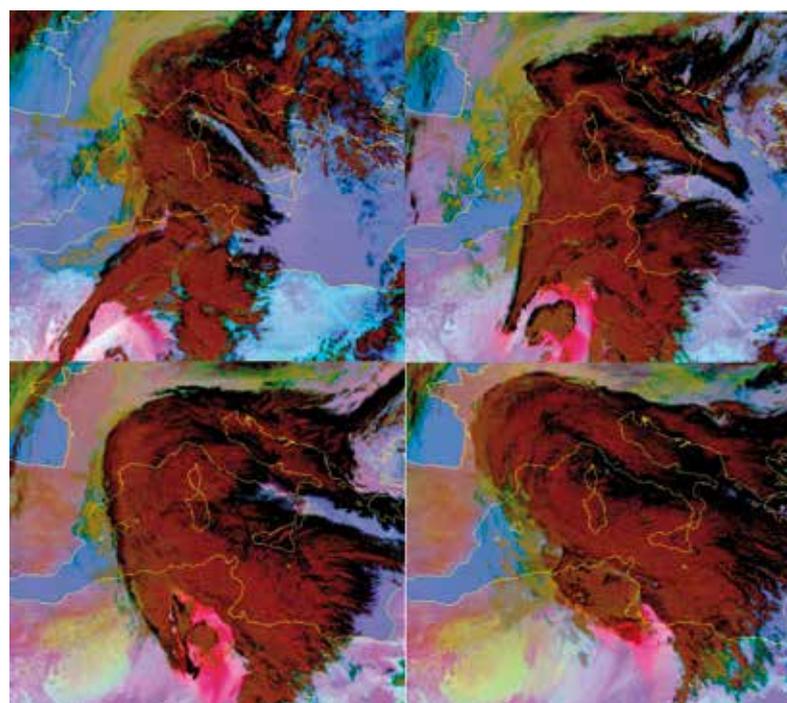


Fig. 9 - Immagini Meteosat "MSG Dust" del 01 aprile 2016 ore 12:00 e 18:00 UTC e del 02 aprile 2016 ore 00:00 e 06:00 UTC, a partire da in alto a sinistra (copyright EUMETSAT 2016). Evidenziata in magenta, la polvere in sospensione.

Fig. 10 - Traiettorie delle particelle che hanno raggiunto le Alpi occidentali il 2 aprile alle ore 00 UTC alla quota di 2000 e 3000 m nelle 72 ore precedenti (fonte NOAA Air Resources Laboratory (<http://www.ready.noaa.gov>)).

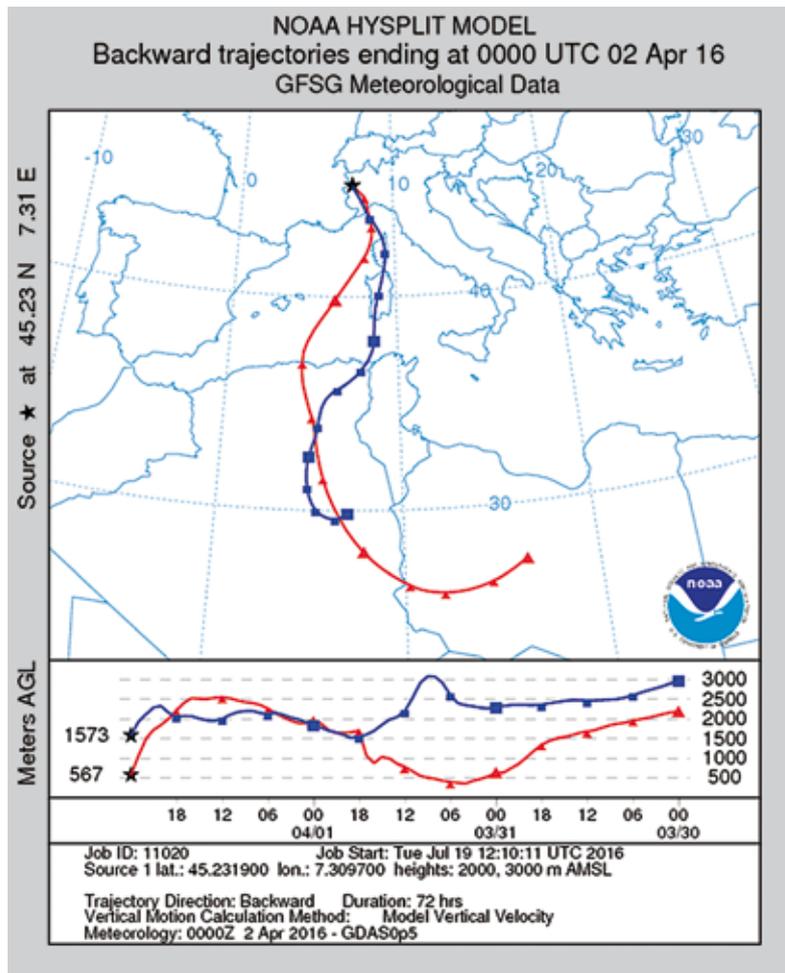
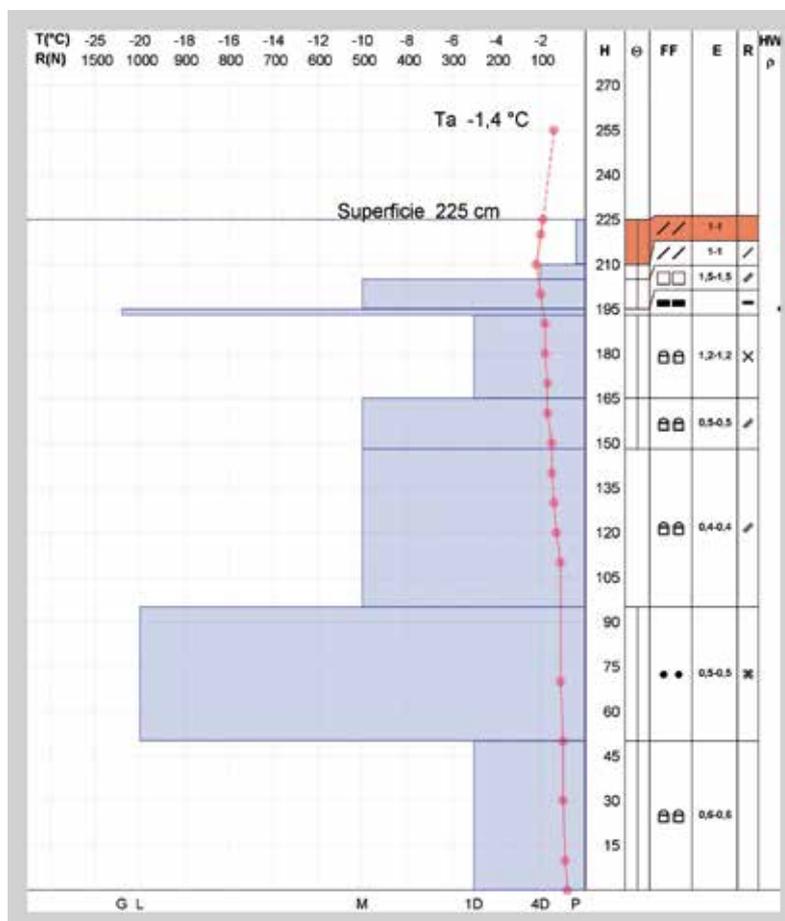


Fig. 11 - Profilo del manto nevoso realizzato il 6 aprile 2016 in località Indrem (Valle d'Aosta) a q. 3227 m. Lo strato superficiale (colorato in rosso) è caratterizzato da neve contenente sabbia sahariana.



RICERCA DEI PRINCIPALI EVENTI RECENTI

Oltre agli eventi principali di precipitazione con sabbia sahariana di cui si trova notizia nelle cronache nazionali e locali, come per gli episodi del 19-21 febbraio 2004, del 19 febbraio 2014 o del 1-5 aprile 2016, oppure in seguito ad aumenti dei valori di PM10 nelle città (<http://www.arpat.toscana.it/notizie/comunicati-stampa/2014/polvere-sahariana-nell2019aria-toscana>) (Busillo et al. 2010), per individuare gli altri episodi è stato necessario indagare negli appunti effettuati dagli osservatori nivologici durante l'esecuzione dei profili del manto nevoso e in quelli dei meteorologi che lavorano sulle Alpi.

Negli appunti dei nivologi sono di norma presenti come "note" in corrispondenza di singoli strati di neve nell'analisi stratigrafica del manto nevoso (Cagnati, 2003) mentre in quelli dei meteorologi nei riassunti giornalieri e settimanali dell'andamento climatico delle aree di competenza.

Tuttavia, oltre a questa tipologia di ritrovamento delle informazioni, un'importante rilevazione può essere effettuata con le immagini satellitari per l'analisi del trasporto in sospensione mentre, per l'analisi della deposizione sulla neve, sono in corso di studio metodologie sperimentali con le immagini MODIS (Valt e Salvatori, 2016) in singole aree campione, ma non ancora operative.

Per quanto riguarda la rilevazione della componente in sospensione, i sensori montati sui satelliti sono in grado di rilevare la radiazione elettromagnetica riflessa ed emessa dalla Terra in vari intervalli dello spettro a partire dal visibile, all'infrarosso vicino fino all'infrarosso termico. In generale la sabbia in sospensione nell'aria si nota sia nelle bande del visibile (lunghezza d'onda λ minore di 1 μ m) sia in quelle dell'infrarosso termico (λ maggiore di 4 μ m), e può essere evidenziata maggiormente mediante delle composizioni di colori che siano in grado di differenziarla dalle altre nuvole, dal terreno e dalla superficie del mare.

Le immagini del satellite geostazionario

Meteosat Second Generation (MSG) consentono anche l'evidenziazione della polvere sahariana e, grazie alla loro elevata risoluzione temporale (15 minuti), è possibile valutarne l'evoluzione. Si utilizza una composizione di tre bande nell'infrarosso con λ di 8,7 - 10,8 - 12,0 μm , denominata "MSG Dust", che sfrutta la differente emissività e temperatura delle superfici desertiche (più calde) rispetto alla sabbia in sospensione nell'aria (più fredda). In particolare, questa si presenta colorata in magenta (che poi sfuma verso il rosa più chiaro man mano che si diffonde in atmosfera), si distingue bene dal terreno e dalle superfici marine (in varie tonalità di azzurro o blu chiaro) e anche dalle nuvole (quelle alte in colori scuri, marrone o nero, quelle medie e basse in varie tonalità di giallo e verde).

Anche le immagini dei satelliti polari Metop e NASA possono allo stesso modo essere utili per rilevare la polvere desertica, in quanto ad una frequenza temporale di acquisizione molto più bassa contrappongono una risoluzione spaziale più elevata, e quindi una migliore evidenziazione del fenomeno. In questo caso la visualizzazione migliore è una composizione di colori di tre bande nella radiazione visibile denominata "Natural color" oppure "True color": in queste immagini nubi e superfici terrestri appaiono praticamente così come l'occhio umano le vedrebbe, e le nubi di sabbia in sospensione appaiono di un colore giallognolo-marroncino semitrasparente; risultano più evidenti quando scorrono sul mare. Naturalmente la presenza di corpi nuvolosi impedisce il riconoscimento della sabbia nella sua evoluzione.

Episodio inizio aprile 2016

Nell'evento del periodo 31 marzo - 02 aprile 2016 una profonda saccatura si estende dalla Gran Bretagna all'Algeria al confine con il Mali e la Mauritania e su queste zone determina la formazione di un minimo chiuso (Fig. 5). Questa configurazione è dovuta ad un'oscillazione molto stretta della corrente a getto che, come si vede in Fig. 6, scende a basse latitudini sopra la Spagna e risale dalle

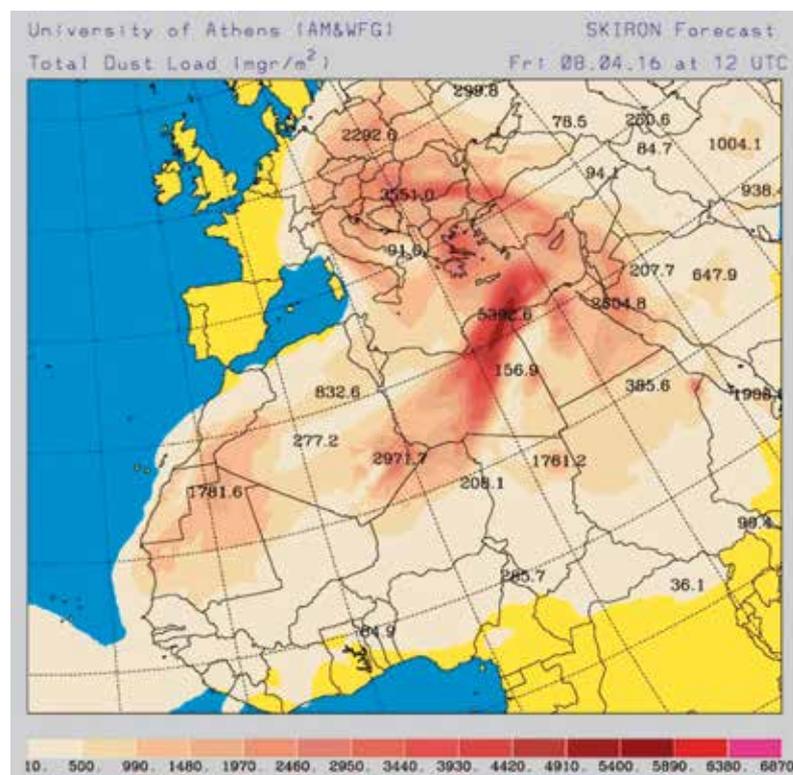


Fig. 12 - Modello di previsione del trasporto di sabbia realizzato dall'Università di Atene (<http://forecast.uoa.gr/>). Previsione per il giorno 8 aprile 2016.

	DATA	QUOTA (m s.l.m.)	LOCALITÀ	SUPERFICIE (cm ²)	RES. SOLIDO (mg)	RAPP g/m ²
1	28/04/2016	2660	C. Lupo Malinvern - Stura	241	100	4,1
2	28/04/2016	2660	C. Lupo Malinvern - Stura	227	100	4,4
3	04/05/2016	2660	C. Maladecia - Stura	113	29	2,6
4	16/05/2016	2308	Gr. Bersagliere - Varaita	198	117	5,9
5	16/05/2016	2685	C. Agnello - Varaita	85	17	2

© AINEVA

Fig. 13 - Componente solida nella neve sahariana nel cuneese primavera 2016. Rilievi: Arpa Piemonte, Dipartimento Sistemi Previsionali; Analisi: Arpa Piemonte, Dipartimento Territoriale Piemonte Sudovest.



Fig. 14 - Particolare degli strati superficiali del manto nevoso del 21 aprile 2016. Lo strato di neve contenente sabbia sahariana, che è il piano di scivolamento di molte valanghe dei giorni precedenti è ricoperto dalle nevicate recenti.

zone desertiche dell'Algeria verso le Alpi. L'evoluzione della struttura del minimo di pressione al suolo, presente sull'Algeria dal 31 marzo 2016, è rappresentata in Fig. 7 dove si osserva un approfondimento del centro del minimo fino ai 996 hPa. Il giorno successivo, il 1° Aprile alle 12

UTC, quando il trasporto incomincia ad essere dominante, si osserva come vi sia un'azione negli strati bassi, che concorre al sollevamento, ed una alle quote più elevate assolutamente concorde nella direzione e nell'area di intensificazione, che determina il trasporto verso nord (Fig. 8).

Fig. 15 - Analisi ECMWF dell'altezza geopotenziale a 500 hPa, rappresentativo della corrente a getto del 17 febbraio 2014 alle 00UTC.

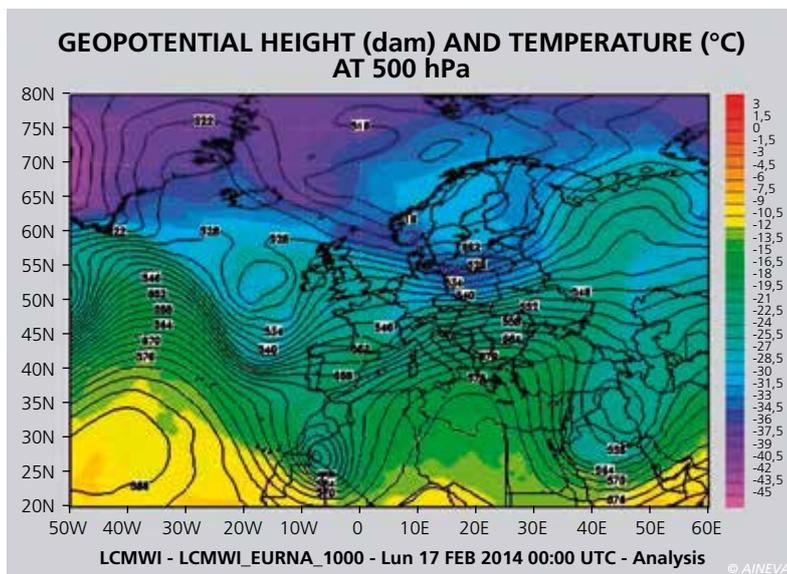


Fig. 16 - Analisi ECMWF del campo di vento a 300 hPa del 17 febbraio 2014 alle 18 UTC.

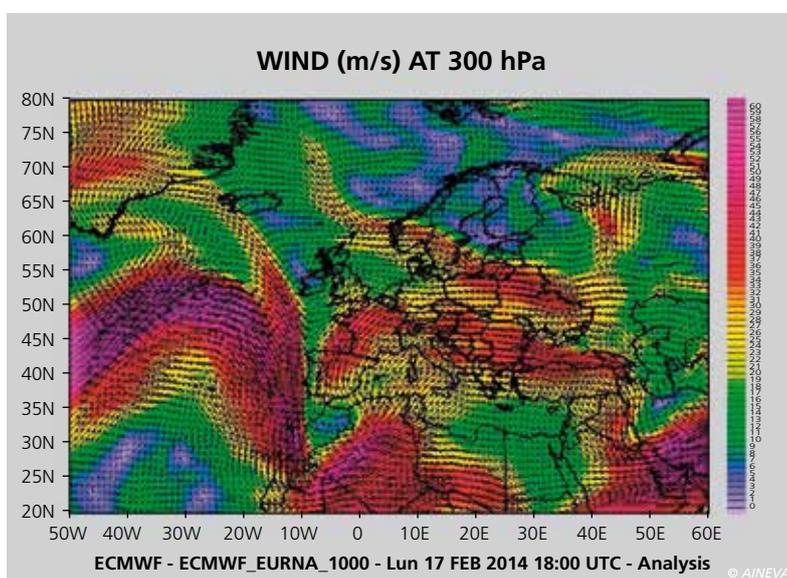
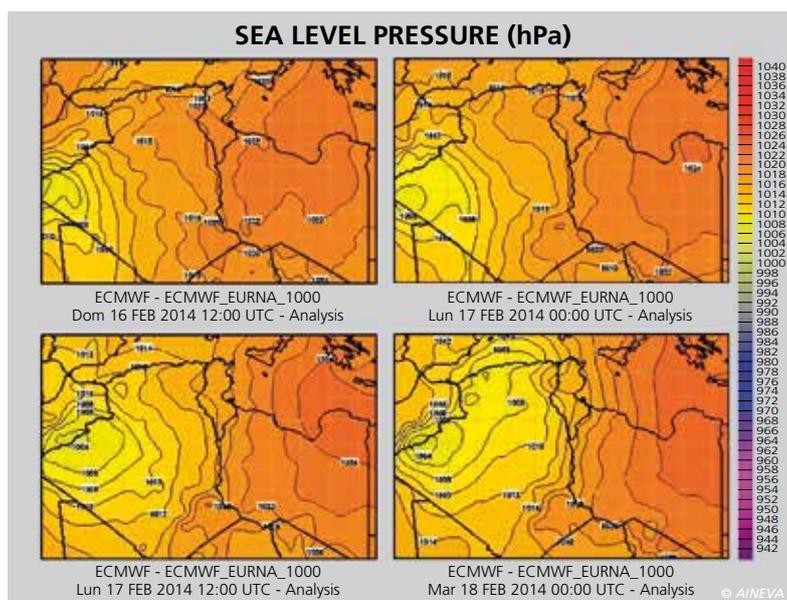


Fig. 17 - Evoluzione ogni 12 ore della pressione al livello del mare dalle 12 UTC del 16 febbraio 2014 (analisi ECMWF).



A 700 hPa, circa 3000 m di quota il vento supera i 45 m/s nell'area di convergenza (pari a circa 160 km/h), favorendo il solle-

vamento della polvere verso strati ancora più elevati dell'atmosfera. Le immagini Meteosat (Fig. 9) mostrano

il sollevamento della polvere sahariana dovuta all'azione del minimo al suolo il giorno 1° Aprile e lo spostamento dell'area a massima concentrazione dall'Algeria verso nord-est, cioè verso la Tunisia, del giorno successivo, fino ad arrivare sul mare in corrispondenza del confine con la Libia, per poi essere successivamente trasportata dalle correnti atmosferiche verso le Alpi.

Attraverso le simulazioni modellistiche è possibile risalire alla traiettoria delle particelle che hanno interessato una determinata area in un dato momento.

La Fig. 10 mostra le traiettorie che hanno compiuto in 72 ore le particelle che hanno investito una località delle Alpi occidentali ad una quota di 2000 e 3000 m sul livello del mare, il giorno 2 aprile alle 00 UTC. Si può apprezzare come entrambe passino sulla zona di sollevamento della polvere sahariana e in particolare, la traiettoria che spiega la ricaduta della polvere a 2000 m, sia transitata sull'Algeria a livelli molto bassi il giorno 31, per risalire a quote più elevate dove è avvenuto il trasporto verso nord, e ricadere sui rilievi insieme alla precipitazione.

In Piemonte le precipitazioni nevose, iniziate sui settori settentrionali già nella giornata di mercoledì 30 marzo, hanno interessato i settori occidentali e meridionali nel corso della giornata di giovedì 31 e sono continuate, seppur con carattere intermittente, fino a martedì 5 aprile. La quota delle nevicate è rimasta generalmente alta per la stagione: nei primi fenomeni precipitativi intorno ai 1800-2000 m, con valori localmente inferiori solo nei settori alpini settentrionali, per poi attestarsi sui 2000 m dall'Ossola alla Val di Susa e risalire fino ai 2200-2300 m nei restanti settori. I quantitativi complessivi non sono stati molto significativi: 20-30 cm sull'estremo nord Piemonte e settori occidentali, 30-50 cm sulle Alpi Graie e Alpi Pennine, una decina di centimetri sulle Alpi Marittime, ma con segnalazione da tutti gli osservatori nivologici di sabbia rossa già con le precipitazioni del giorno 31 marzo. Il fenomeno della neve rossa non è stato osservato solo in Piemonte,

ma su tutto l'arco alpino. Nel bollettino del 6 aprile della Valle d'Aosta veniva riportato "Sopra 3000 m ... formando nuovi accumuli ben visibili dal colore bianco sopra alla neve del fine settimana colorata dalla sabbia"... (Fig. 11). In Lombardia, ricostruendo le dinamiche meteorologiche risultano due eventi distinti: tra il 31 marzo ed il 1° aprile con apporti di 5-15 cm di neve fresca oltre 2300 m e tra il 4 e il 5 aprile forti correnti umide da sud depositano, soprattutto nella giornata di lunedì 4 apporti complessivi di neve fresca piuttosto ridotti, 10-20 cm, sempre oltre i 2000-2200 m. Alle quote più basse la sabbia rimane piuttosto circoscritta, ove la precipitazione è sempre nevosa -oltre i 2200m- lo spessore assume un significato più importante. La circolazione depressoria carica di sabbia tinge di rosso anche l'arco alpino orientale: in Alto Adige le precipitazioni con neve sahariana si sono prolungate fino a venerdì 8 aprile e da una stima fatta dai meteorologi della Provincia di Bolzano, utilizzando un modello greco (<http://forecast.uoa.gr/>) sono state stimate ben 10.000 tonnellate di sabbia nell'aria al di sopra della loro regione (Fig. 12). A titolo di esempio, per valutare i quantitativi rilasciati areali, sono stati eseguiti alcuni campionamenti di neve sul territorio montano del cuneese, che hanno evidenziato valori di componente solida molto elevati (Fig. 13) dai 2 g/m² campionati a 2685 m in Val Varaita ai 5,9 g/m² campionati nella stessa valle ma a quota inferiore. Questo episodio, caratterizzato da maggiori precipitazioni sul versante occidentale delle Alpi italiane rispetto al settore orientale, dove le neviccate sono state quasi assenti ma la deposizione "secca" è avvenuta in modo importante, ha determinato la formazione di uno strato di neve che è poi risultato il piano di scivolamento di numerosi distacchi valanghivi spontanei e provocati fra il 18 e il 21 di aprile. Sul finire della seconda decade del mese di aprile, una serie di episodi perturbati hanno determinato, un po' su tutto l'arco alpino, una serie di piogge fino in quota alternate a deboli neviccate.

Queste ultime sono andate a poggiarsi sugli strati compatti di neve con le inclusioni di sabbia e hanno innescato diverse valanghe (Fig. 14). Nel settore centro occidentale delle Alpi sono avvenuti numerosi incidenti da valanga sia sul versante italiano che nord alpino. Le vittime, fra Italia, Francia e Svizzera sono state ben 8.

Episodio di metà febbraio 2014

Aspetti peculiari si ritrovano anche in analoghi eventi delle stagioni precedenti, in particolare in quello del 2014 verificatosi tra il 18 ed il 19 di febbraio. Anche in questo caso un profondo minimo dall'Atlantico si posiziona sulle coste occidentali del nord Africa, forzando un intenso flusso da sud al suolo sulle zone desertiche dell'Algeria il giorno 17 alle 00 UTC (Fig. 15). Il minimo è evidente a tutte le quote (barotropico), essendo dovuto alla profonda ondulazione della corrente a getto (Fig. 16).

In questa occasione il centro del minimo di pressione è rimasto pressoché stazionario ma si è approfondito estendendo

l'area di bassa pressione all'intera Algeria (Fig. 17). Il flusso meridionale più intenso si è avuto, in quota, sull'Algeria, mentre la zona di convergenza al suolo al confine tra Libia, Algeria e Tunisia (Fig. 18)

La formazione di questo centro di bassa pressione ha scatenato una forte tempesta di sabbia nel deserto: il giorno 18 febbraio alle 00 UTC le particelle più sottili sono già state sollevate dalla zona di convergenza tra Algeria, Libia e Tunisia, fino ad alte quote (Fig. 19). Nelle ore successive vengono rapidamente trasportate dalle correnti da sud-ovest presenti negli strati più alti dell'atmosfera raggiungendo il nord Italia, e precipitando infine assieme alla pioggia e alla neve.

La Fig. 20 mostra la traiettorie che hanno compiuto in 72 ore le particelle che hanno investito una località delle Alpi occidentali ad una quota di 2000 e 3000 m sul livello del mare, il giorno 18 febbraio 2014 alle 12 UTC. Si può apprezzare come entrambe, provenendo da zone desertiche differenti, convergano sulla zona di ricaduta. In particolare la traiettoria a cui sono legate le

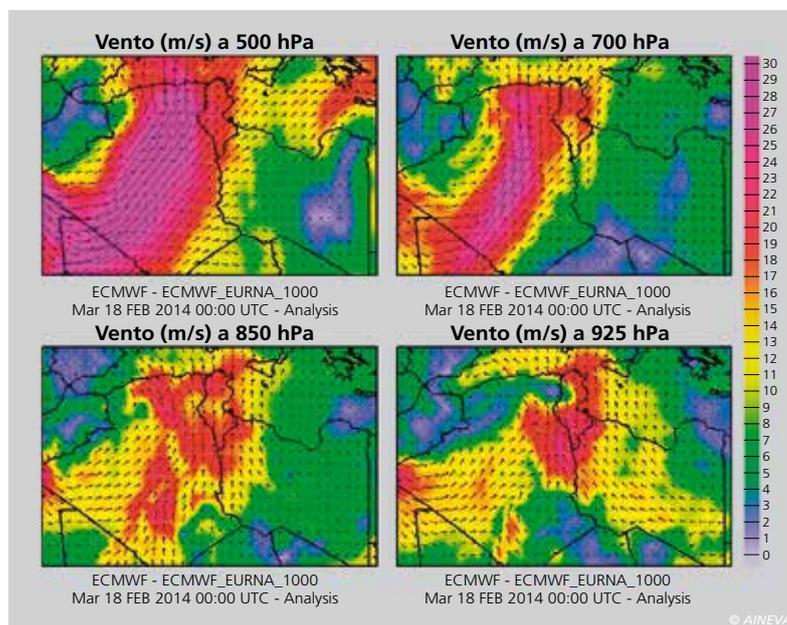


Fig. 18 - Evoluzione ogni 12 ore del vento a diversi livelli atmosferici (500, 700, 850 e 925 hPa) 18 febbraio 2014 alle ore 00 UTC (analisi ECMWF).

Fig. 19 - Immagini Meteosat "MSG Dust" del 18 febbraio 2014 ore 00:00, 03:00 e 16:00 UTC (copyright EUMETSAT 2016). In magenta è chiaramente visibile nella prima immagine la sabbia in sospensione sull'Algeria (sicuramente sollevata in precedenza dalla convergenza dei venti nella zona desertica a sud dell'Atlante denominata Grande Erg Occidentale, in cui si trovano grandi dune sabbiose), che poi viene trasportata verso nord fino sul Mediterraneo.

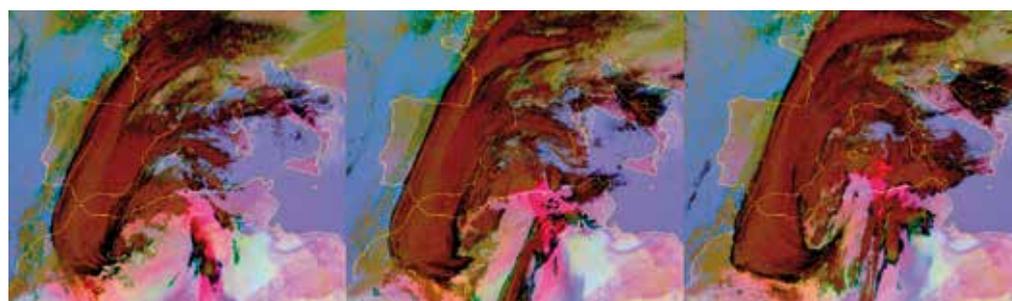


Fig. 20 - Traiettorie delle particelle che hanno raggiunto le Alpi occidentali il 18 febbraio 2014 alle ore 12 UTC alla quota di 2000 e 3000 m nelle 72 ore precedenti (fonte NOAA Air Resources Laboratory (<http://www.ready.noaa.gov>)).

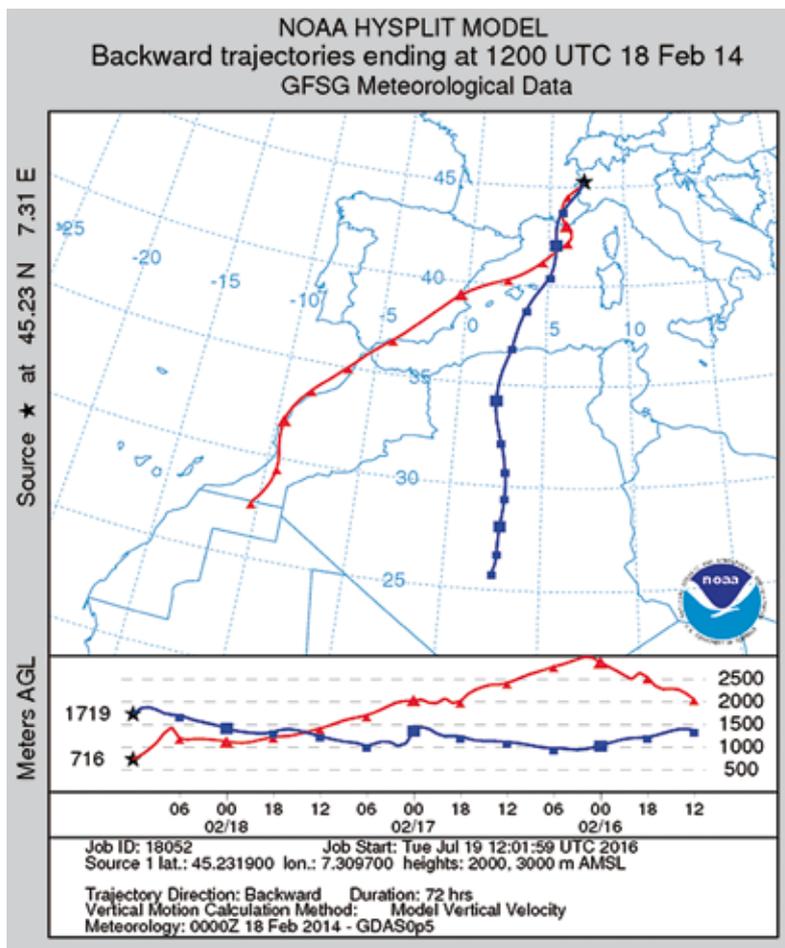
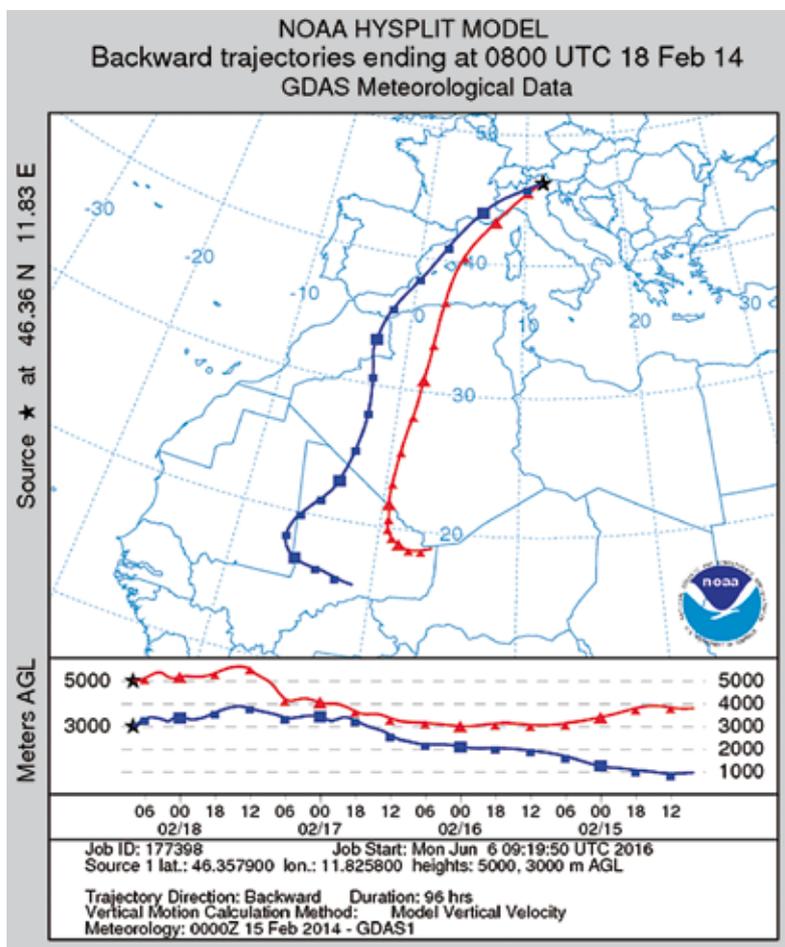


Fig. 21 - Traiettorie delle particelle che hanno raggiunto le Alpi occidentali il 18 febbraio 2014 alle ore 14 UTC alla quota di 5000 e 3000 m nelle 144 ore precedenti (fonte NOAA Air Resources Laboratory (<http://www.ready.noaa.gov>)).



particelle di sabbia deposte ad un'altezza di 2000 m circa, provengono dall'area di stazionarietà del minimo, mentre quella che descrive la traiettoria delle particelle depositate a quote più elevate, transiti sulle zone dove il flusso in quota era molto forte.

In Piemonte sono state registrate deboli nevicate intermittenti, più intense il giorno 17 nelle vallate occidentali, con punte massime di circa 20 cm. Lo zero termico si è mantenuto abbastanza stazionario ed elevato per il periodo (intorno ai 2000 m) per abbassarsi solo il 21 febbraio a 1500 m. Questo, in concomitanza con la polvere sahariana che si è depositata sul manto nevoso il giorno 19 a causa del trasporto di correnti ha determinato una sensibile riduzione dei quantitativi di neve al suolo, molto evidente sulle Alpi Cozie sud, dove il decremento ha raggiunto i 30 cm. Gli strati di neve contenenti pulviscolo giallo-rosso di origine sahariana sono stati i principali attori di una diffusa instabilità anche a distanza di 15-20 giorni. Questi strati, infatti, sono risultati la principale superficie di scivolamento causando anche incidenti da valanga (Rendiconto Nivometrico 2013-14, 2014)

Sulla montagna veneta, tra il 16 ed il 17 febbraio il passaggio del sistema frontale determina un modesto episodio pluvio-nevoso. Il limite della neve è piuttosto alto sulle Prealpi: 1600 -1800 m, mentre la pioggia si muta in neve fino sui 1100 -1300 m sulle Dolomiti. Il 18 breve e parziale miglioramento seguito da nuovo e lieve peggioramento tra il 19 ed il 20 Febbraio con neve o nevischio oltre i 1800 -2000 m per forte avvezione meridionale nella fase iniziale, la quale porta una neve di colore fra il giallo e l'arancione per il depositarsi di pulviscolo sabbioso proveniente dall'Africa. Fase di maltempo chi si accompagna anche di forti rovesci e di fenomeni temporaleschi. La retrotraiettoria elaborata a 144 ore dell'evento del 19 febbraio Fig. 21, evidenzia la provenienza delle masse d'aria nelle ore precedenti. La mappa della movimentazione delle polveri, ovvero del carico, è ancora più evidente, come poi anche quella delle deposizioni del giorno

19 febbraio. Ancor più evidente la mappa delle deposizioni umide di polveri, in cui si vede il giorno 17 di febbraio, l'origine della massa di polveri e poi le intense deposizioni del giorno 19 di febbraio 2014 (Fig. 22).

CARATTERISTICHE DELLO STRATO CON NEVE SAHARIANA

Dalla stagione invernale 2001 alla 2016, oltre agli episodi descritti nei capitoli precedenti, sono stati osservati altri eventi di cui si trova traccia nei profili stratigrafici del manto nevoso.

Sulla base dei dati raccolti in campo è stato possibile determinare alcune caratteristiche degli strati di neve contenenti le "impurità" di sabbia (Fierz et al., 2009). Per le deposizioni avvenute in autunno, gli strati rinvenuti sono verso la base del manto nevoso e spesso soggetti a trasformazioni cinetiche durante la stagione invernale (Fig. 23). Per le deposizioni primaverili, gli strati rimangono vicino alla superficie e molto spesso, anche se ricoperti da successive nevicate, con l'ablazione primaverile arrivano a comparire in superficie colorando di rosso aree anche molto estese (Fig. 24). Questa colorazione, quando copre aree molto estese e ben esposte, è anche leggermente rinvenibile nell'analisi delle immagini MODIS (Valt e Salvatori, 2016).

Analizzando i profili del manto nevoso eseguiti a breve distanza temporale dagli eventi (1-5 giorni) è stato osservato che lo strato contenente la sabbia è frequentemente formato da forme di neve fusa (MF) di variabile dimensione. In alcuni episodi lo strato di neve contenente sabbia è formato da grani MF, è stato osservato fra due strati di neve asciutta di precipitazione (PP e DF).

La presenza in superficie o a poca profondità di questi strati di neve umida è un indicatore di una temporanea condizione di riscaldamento del manto nevoso o di una precipitazione accompagnata da venti caldi o, come nel caso del 2004 e aprile 2016, da temporanee piogge fino in quota. Inoltre, e non da meno, la presenza di mi-

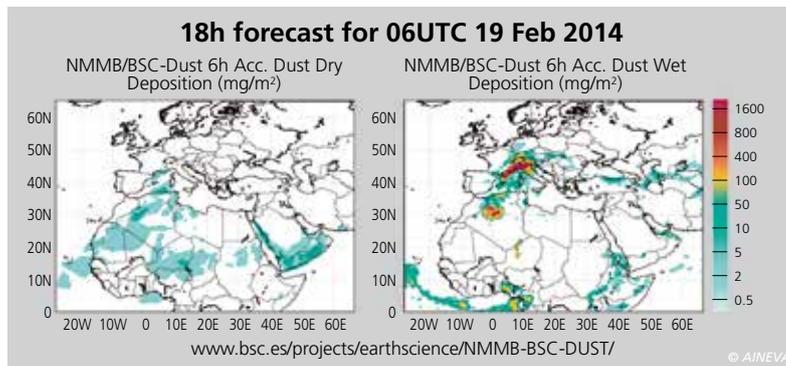


Fig. 22 - Mappa delle deposizioni (mg/m²) previste per il 19 febbraio 2014 e dell'intensità del vento a 700 hPa elaborata da www.bsc.es .

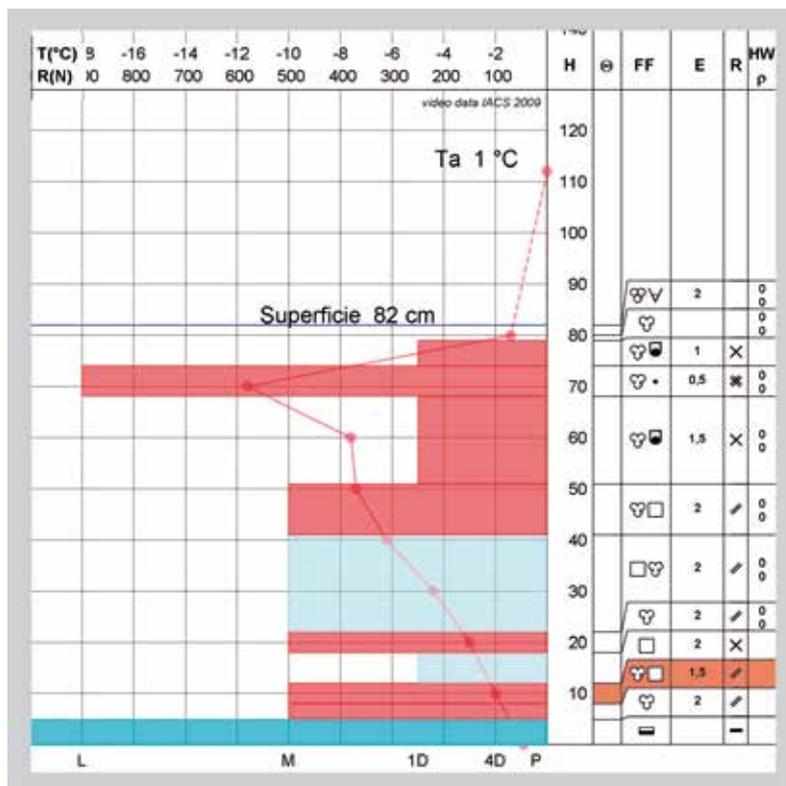


Fig. 23 - Profilo del manto nevoso realizzato il 20 febbraio 2003 in località Cima Pradazzo (Regione del Veneto) a q. 2200 m. Vicino alla base del manto nevoso è presente uno strato di neve fusa (MF) in evoluzione verso forme di cristalli sfaccettati (FC) contenente sabbia sahariana risalente alle precipitazioni dell'autunno 2002.

Fig. 24 - Situazione di metà marzo 2014 dopo le nevicate con sabbia del 19 febbraio, ricoperta dalle nevicate del 22-23 febbraio e di un lungo periodo di fusione superficiale del manto nevoso. Lungo i pendii più ripidi esposti al sole la neve "bianca" è scomparsa per sublimazione e fusione mettendo in luce la neve "rossa". Località Val Fredda (Falcade-BL), 15 marzo 2014.



Panoramica sugli incidenti da valanga in Italia nella stagione 2015-2016

gli

INCIDENTI

da VALANGA

Stefano Pivot

Regione Autonoma Valle d'Aosta,
Assetto idrogeologico dei bacini montani,
Ufficio Neve e Valanghe, Aosta
s.pivot@regione.vda.it

Nella stagione invernale 2015-2016 si sono avuti in Italia 15 morti in valanga, numero ben al di sotto della media, in soli 9 incidenti mortali. Questo dato, in sintonia con quanto avvenuto in altri paesi alpini, evidenzia il serio problema dell'aumento, negli ultimi anni, degli incidenti con numerosi travolti. Anche a causa del particolare andamento stagionale, l'85% degli incidenti si è avuto nel periodo febbraio-maggio e ben un terzo nel solo mese di aprile. Il 70% degli incidenti è avvenuto su pendii con inclinazioni da 40° in su a testimonianza di una tendenza alla ricerca del ripido favorita da materiali sempre più performanti. Ancora diverse persone in almeno 5 incidenti non avevano con sé il tritico di base ARTVA-pala-sonda. Tuttavia, su 15 persone decedute, ben 14 sono morte per traumi.



INCIDENTI CON NUMEROSI TRAVOLTI

È ormai evidente a tutti: negli ultimi anni c'è stata una esplosione del numero di scialpinisti e, più in generale, degli amanti delle attività sportive in montagna. Questo boom si è verificato in tutti i paesi dell'arco alpino. In media, questi nuovi sportivi hanno buone/ottime competenze tecnico-fisiche mentre hanno poca conoscenza dei pericoli della montagna, conoscenza che si acquisisce sul campo e molto più lentamente. Bisogna tenere a mente queste considerazioni perché stanno condizionando e condizioneranno ancora nei prossimi anni gli incidenti da valanga.

La prima conseguenza dell'aumento dei praticanti è l'aumento degli incidenti con numerosi travolti; questa caratteristica è comune in tutto il mondo. Per esempio, diamo un'occhiata ad alcuni stati confinanti con l'Italia, evidenziando gli

incidenti in cui c'erano almeno 5 travolti.

In **Francia** il 13 gennaio, durante una discesa in fuoripista, sono travolte 6 persone (3 morti), tra cui alcuni liceali ed il professore che li accompagnava. Un altro incidente molto mediatico il 18 gennaio: durante un'uscita di scialpinismo sono travolti 18 militari (6 morti). Il 22 marzo sono travolti da una valanga 15 ciaspolatori. Infine il 24 aprile sono travolti 5 scialpinisti, di cui 2 sepolti completamente.

In **Svizzera** riportiamo due incidenti durante lo scialpinismo: il 21 febbraio con 6 travolti (1 morto) e il 17 aprile sempre con 6 travolti (3 sepolti completamente, 1 morto).

In **Italia** abbiamo avuto due incidenti con numerosi travolti. Il primo, il più drammatico, il 12 marzo sul Monte Nevoso in provincia di Bolzano dove una valanga ha travolto 9 persone (6 morti). Nel pendio erano presenti numerose persone, tanti gruppi non coordinati fra loro (Fig. 1).

Il secondo avvenuto il 10 aprile alla Cima Salimmo nel Canale Faustini, dove una valanga ha travolto 9 alpinisti. Ci sono poi stati altri incidenti dove solo per caso non ci sono stati tanti travolti. Per esempio il 21 maggio una valanga nel ripido canale Coolidge al Monviso ha travolto "solo" 3 persone delle 10 presenti.

Come fare per evitare di avere numerosi travolti nello stesso incidente? Nei corsi si insegna la corretta gestione del rischio, evidenziando che, quando si attraversano pendii critici, è necessario farlo uno alla volta (laddove possibile), cosicché ci possa essere solo un potenziale travolto. Questi consigli sono validi nella gestione del proprio gruppo; purtroppo l'affollamento mischia le carte, complicando le cose.

Spesso ci sono tanti gruppi indipendenti e disomogenei per capacità ed esperienza, che si muovono nella stessa zona. Se le condizioni nivo-topografiche sono favorevoli per un possibile distacco di valan-

Fig. 1 - 12 marzo 2016, valanga al Monte Nevoso a Riva di Tures in Valle Aurina, provincia di Bolzano: 9 travolti, di cui 6 deceduti (foto Werner Beikircher).



ghe medio/grandi, allora può accadere che una valanga coinvolga le persone sottostanti, anche ben lontano dal luogo del distacco. E magari queste persone, nel punto in cui si trovavano, non potevano nemmeno vedere i pendii soprastanti e fare quindi alcuna valutazione preventiva. Per il momento non c'è ancora una soluzione definitiva, ma sicuramente ci saranno delle novità nei prossimi anni. Un consiglio immediatamente attuabile: migliorare la comunicazione! È importante condividere con i propri compagni di gita e con le altre persone presenti sul pendio le proprie considerazioni, i dubbi in merito alla stabilità, le possibili strategie che si vogliono attuare per la gestione locale del rischio.

Un secondo consiglio: evitare di partire con un gruppo numeroso. Per esempio, se come guida alpina accompagno dei clienti nello scialpinismo, limito il gruppo ad un massimo di 5 persone, anche se le

gite sono tecnicamente semplici (e, come sappiamo, non vuol dire che siano anche semplici dal punto di vista valanghivo).

Se il gruppo è troppo numeroso, c'è sempre qualcuno che non ha capito perfettamente le consegne per la gestione del rischio valanghe e comunque, per mille motivi, si fanno più fatica a rispettare.

Immaginiamo l'attraversamento di un pendio potenzialmente pericoloso, tenendo delle distanze di alleggerimento di almeno 10 metri: tra me e l'ultimo cliente ci saranno almeno 50-60 metri di distanza. È evidente che eventuali comunicazioni saranno difficili (Figg. 2 e 3).

Spesso i gruppi numerosi sono quelli delle scuole del CAI. È sicuramente bella l'atmosfera di convivialità che si respira al rifugio o al ritorno della gita e poi l'uomo è un animale sociale che, per istinto primitivo, è abituato a fronteggiare i pericoli in gruppo. Purtroppo per un'efficace gestione del pericolo valanghe è meglio essere

in pochi. Consiglio quindi di dividere i numerosi partecipanti alle gite o ai corsi CAI in sottogruppi - possibilmente omogenei - di 4-6 persone, istruttori o aiuto istruttori compresi. I gruppi partiranno scaglionati o comunque manterranno il loro ritmo, con l'obiettivo di evitare assembramenti pericolosi, almeno sui pendii critici della gita scelta.

ANALISI STATISTICA STAGIONALE

Tornando all'analisi statistica, nella stagione passata in Italia ci sono stati 15 morti, quindi sotto la media trentennale e solo 9 incidenti mortali (Figg. 4 e 5, Tab.1). Quali sono state le cause del distacco nevoso? La prima causa sono i classici lastroni formati durante le nevicate con vento, spesso vicino alle creste. In alcuni casi la causa è la presenza di uno strato debole interno nella neve vecchia; situazione che predispone al distacco di grandi valanghe



Fig. 2 - Esempio di affollamento scialpinistico: fiumana di persone in salita (contate almeno 105 persone visibili nella foto) verso il Col Serena nella zona del Gran San Bernardo, Valle d'Aosta, gennaio 2016. Fonte: www.gulliver.it



Fig. 3 - Esempio di affollamento scialpinistico: vallone di Flassin nella valle del Gran San Bernardo - Valle d'Aosta, gennaio 2016. Circa 50 persone nella foto e molte alte nei dintorni. Fonte: www.gulliver.it

Fig. 4 - Serie storica trentennale dei morti da valanga in Italia.

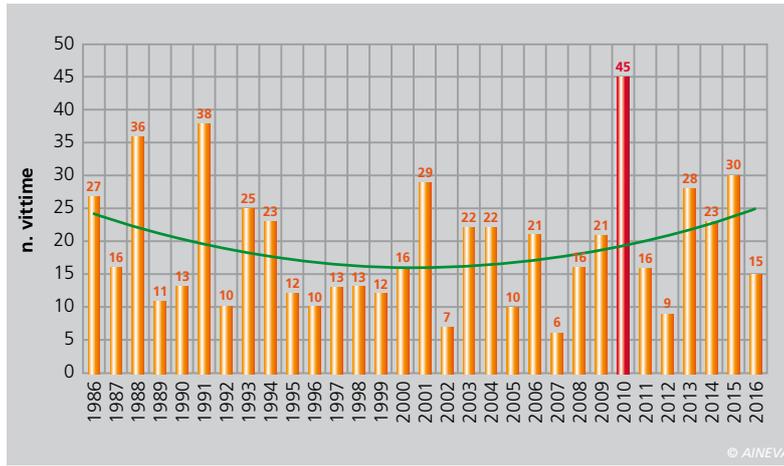
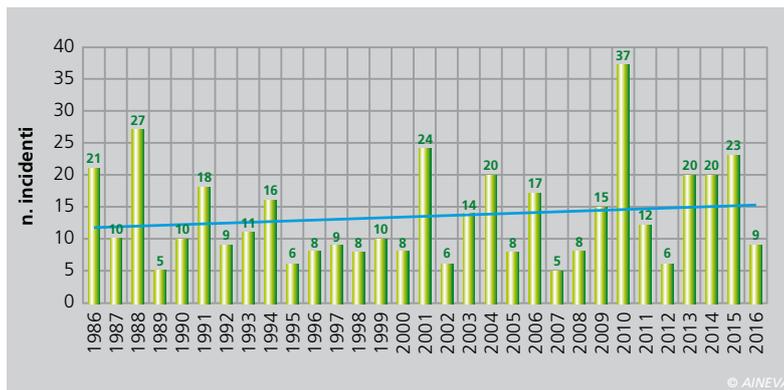


Fig. 5 - Serie storica trentennale degli incidenti mortali da valanga in Italia.



inaspettate. Sono poi da ricordare le valanga causate dal rialzo termico diurno, tipiche nella tarda primavera. Riassumendo possiamo dire che è stato un inverno con condizioni nivologiche mediamente più stabili. Il numero di morti è elevato a causa del gravoso incidente accaduto in provincia di Bolzano, perché guardando gli incidenti mortali è una delle stagioni con il numero più basso degli ultimi anni. Se esaminiamo i decessi a seconda dell'attività praticata, notiamo che solo una persona è morta facendo fuoripista. Negli altri casi quest'anno non è facile distinguere nettamente tra alpinisti e scialpinisti perché molte volte nel momento del travolgimento gli scialpinisti coinvolti erano in salita con piccozza e ramponi (sci nello zaino oppure lasciati alla base della parte ripida).

Qual è l'andamento degli incidenti durante la stagione? Nel periodo febbraio-maggio si concentrano l'85% degli incidenti; un terzo degli incidenti sono avvenuti nel solo mese di aprile. È vero che nella stagione passata la neve è arrivata in tutto l'arco alpino solo a gennaio, ma questo dato destabilizza un po' i sostenitori dello

"scialpinismo sicuro" se fatto in primavera. Gli incidenti avvengono in maggioranza nel fine settimana? Anche in questo caso la risposta non è così scontata come si potrebbe immaginare: gli incidenti sono avvenuti abbastanza equamente tutti i giorni della settimana; un po' più numerosi il sabato e un po' meno il venerdì. Questa è un'ulteriore conferma della grande frequentazione della montagna che non si concentra, come qualche anno fa, solo nei fine settimana. Probabilmente non è tanto importante il giorno della settimana ma, come mi ricorda Fabio Gheser collega nivologo della provincia autonoma di Bolzano, conta quanti giorni sono passati dall'ultima nevicata. In effetti il 66% degli incidenti sono accaduti nel primo giorno di bel tempo dopo una nevicata. Se guardiamo quanti incidenti sono accaduti entro 3 giorni dopo una nevicata, la percentuale cresce di molto, arrivando al 87% (vedi "Neve e Valanghe" n.66, *Le trappole euristiche*).

Migliora la tecnica degli scialpinisti, grazie anche ai materiali sempre più facili e performanti, e quindi aumenta la ricerca del ripido. In più del 70% degli incidenti le

valanghe si sono staccate con inclinazioni dai 40° in su. Vediamo altre caratteristiche dei pendii valanghivi: poco più del 50% degli incidenti sono avvenuti sopra i 3000 m di quota. Il 62% degli incidenti è avvenuto alle esposizioni più fredde (da nord-ovest a nord, fino a est), preferite dagli sciatori per la qualità della neve e più soggette alla formazione di strati deboli interni, mentre il 38% alle esposizioni "calde" (da sud-est a sud, fino a ovest). Esaminiamo adesso le conseguenze del travolgimento: solo il 16% dei travolti è completamente sepolto. Se guardiamo solo i morti, ovviamente la percentuale sale, con il 67% (10 su 15). È sempre difficile appurare con certezza la causa principale del decesso tra asfissia e trauma e quindi, tenendo conto di un possibile margine d'errore, vediamo che su 15 persone decedute in valanga, 14 sono morti per traumi. Capite bene che in questi casi l'autosoccorso da parte dei compagni di gita è pressoché inutile. Attenzione, non si vuole dire che l'autosoccorso non serve a niente, tutt'altro, ma l'autosoccorso arriva dopo, quando la valanga è già scesa, e potrebbe arrivare troppo tardi, anche se rapido e efficiente. È quindi importante dare più peso a tutti quegli aspetti che riguardano la prevenzione, per cercare di evitare l'incidente.

Ancora diverse persone travolte, in almeno 5 incidenti differenti, non hanno con sé il tritico base dell'autosoccorso; ARTVA-pala-sonda. Molti sono stranieri (tedeschi e slovacchi) e spesso sono sciatori fuoripista o alpinisti. Da segnalare il caso di tre turisti tedeschi in salita con sci e ciaspole: il travolto aveva l'ARTVA, ma non l'aveva acceso.

RINGRAZIAMENTI

È stato possibile scrivere l'articolo grazie al prezioso lavoro di analisi e raccolta dati da parte di tutti i colleghi previsori degli uffici neve e valanghe che, ormai da decenni, alimentano il database AINEVA sugli incidenti da valanga, sicuramente il più completo in Italia, utile per conoscere le peculiarità e, di conseguenza, per poter attuare le migliori misure di prevenzione.

INCIDENTI DA VALANGA IN ITALIA - STAGIONE 2015/2016

Tab. 1 - Incidenti da valanga in Italia nella stagione invernale 2015-2016.

N	DATA	LOCALITÀ	PROV	REGIONE	CAT	GRADO PERICOLO	PRESENTI	TRAVOLTI	ILLESI	FERITI	MORTI
1	31/10/2015	Monte Cristallo - Passo Stelvio	SO	Lombardia	2	/	3	1	1	0	0
2	29/11/2015	Val Senales - Teufelsegg	BZ	Alto Adige	5	/	3	3	2	1	0
3	02/12/2015	Val Senales - Punta della Vedretta	BZ	Alto Adige	2	/	1	1	0	1	0
4	23/01/2016	Monte Bianco - Col d'Entrèves	AO	Valle d'Aosta	3	3	4	1	1	0	0
5	08/02/2016	Monte Valgussera - Foppolo	BG	Lombardia	3	3	2	1	1	0	0
6	10/02/2016	Vallone Vallecetta - Valdisotto	SO	Lombardia	3	3	7	2	2	0	0
7	10/02/2016	Vallone Vallecetta - Valdisotto	SO	Lombardia	3	3	2	2	2	0	0
8	10/02/2016	Montebello - Foppolo	BG	Lombardia	3	3	1	1	1	0	0
9	13/02/2016	Val Ridanna - Kleine Ferse	BZ	Alto Adige	2	3	2	2	1	0	1
10	13/02/2016	La Costa - Canalone Groppera - Madesimo	SO	Lombardia	3	3	3	3	2	0	1
11	18/02/2016	San Vigilio Marebbe - Monte Sella di Sennes	BZ	Alto Adige	2	3	1	1	0	1	0
12	27/02/2016	Pizzo della Pieve - Grignone	LC	Lombardia	5	2	3	3	1	2	0
13	29/02/2016	Val di Fassa - Canazei - Belvedere - Toè	TN	Trentino	3	4	2	2	1	1	0
14	01/03/2016	Monte Bianco - Canale del Cesso	AO	Valle d'Aosta	3	3	2	2	2	0	0
15	03/03/2016	Monte Lussari	UD	Friuli V. G.	3	3	3	1	1	0	0
16	05/03/2016	Val Maira - Strada del Palent	CN	Piemonte	6	4	1	1	1	0	0
17	06/03/2016	Pizzo Arera - Oltre il Colle	BG	Lombardia	1	4	3	2	0	2	0
18	06/03/2016	Val Senales - Hintereis	BZ	Alto Adige	3	3	5	1	1	0	0
19	06/03/2016	Valle Maira - Cima Boscasso - discesa su Preit	CN	Piemonte	2	4	4	1	1	0	0
20	07/03/2016	Vertana Val Rosim - Solda	BZ	Alto Adige	1	3	3	2	1	1	0
21	12/03/2016	Riva di Tures - Monte Nevoso	BZ	Alto Adige	8	2	26	9	2	1	6
22	12/03/2016	Vallone Vallecetta - Valdisotto	SO	Lombardia	3	2	11	2	2	0	0
23	05/04/2016	Val Martello - discesa dal rifugio Casati	BZ	Alto Adige	2	2	4	2	2	0	0
24	08/04/2016	Val di Fleres - Feuersteingletscher	BZ	Alto Adige	2	3	2	2	1	1	0
25	10/04/2016	Cima Salimmo - Canale Faustinelli - Ponte di Legno	BS	Lombardia	5	3	9	9	7	2	0
26	15/04/2016	zona lago d'Arpy - Becca Pougnetta	AO	Valle d'Aosta	1	2	2	1	0	1	0
27	18/04/2016	Valgrisenche - Punta Bassac Sud	AO	Valle d'Aosta	1	3	2	2	1	0	1
28	19/04/2016	Val Senales - Gletschersee	BZ	Alto Adige	3	3	2	1	0	1	0
29	19/04/2016	Val Senales - Grawand	BZ	Alto Adige	3	3	4	4	4	0	0
30	19/04/2016	Monte Bianco - Petit Mont Blanc - Canale Bonatti	AO	Valle d'Aosta	1	3	3	1	0	1	0
31	19/04/2016	Val di Vizze - Weisszint	BZ	Alto Adige	2	3	3	1	1	0	0
32	20/04/2016	Valgrisenche - Rutor	AO	Valle d'Aosta	1	3	6	3	1	0	2
33	20/04/2016	Punta Cadini - Valfurva	SO	Lombardia	2	3	7	1	1	0	0
34	21/04/2016	Val di Fassa - Punta Penia in Marmolada	TN	Trentino	1	2	5	2	2	0	0
35	28/04/2016	Val Martello - Lyfispitze	BZ	Alto Adige	1	3	3	2	1	0	1
36	05/05/2016	Pizzo Stella - Campodolcino	SO	Lombardia	2	2	2	1	0	0	1
37	21/05/2016	Valle Po - Monviso - Canale Coolidge	CN	Piemonte	2	/	10	3	2	0	1
38	22/05/2016	Monte Antelao - Canale Ooppel	BL	Veneto	5	2	2	1	0	0	1
39	01/07/2016	Val Ferret - Mont Dolent	AO	Valle d'Aosta	5	/	2	1	1	0	0
40	04/07/2016	Grandes Jorasses	AO	Valle d'Aosta	5	/	2	2	2	0	0
								83	52	16	15

© AINEVA



CLIMATE IN WINTER 2015-16 IN CENTRAL-NORTHERN ITALY

by the ARCIS work group

The winter season 2015-16 was a double-sided season: it was initially characterised by major anomalies in large scale circulation, led by an intense El Niño event, resulting in temperatures well over the average and scarce precipitation, alternating with long dry periods. At the start of 2016, the meteorological situation gradually got back to normal and, thanks to a very rainy February and early cold spring, the strong anomalies of early winter fortunately had no major impacts either on the recharge of aquifers, or the tourist activities in the mountains.

SNOWCOVER EVOLUTION IN THE ALPS In the winter season 2015-2016

M. Valt and P. Cianfarra

From a statistical viewpoint, the

winter season 2015-2016 will be remembered as a normal season, even though being actually characterised by marked scarcity of snowfalls until late January in most of the southern sectors of the Alps, then followed by intense snowfalls. The absence of structured snowcover in December and January, save for some sectors of Valle d'Aosta, affected the seasonal evolution of snowcover, reducing basic snowpack instability. Intense avalanche activity was observed from mid-February on, and mainly after the heavy snowfalls in the first days of March, when many large avalanches reaching valley bottoms were observed. Avalanche accidents concentrated in the second part of winter, with their number and victims below the average. The season was characterised by an average danger degree. Snowcover duration was below the average by 23/46 days depending on height,

and snowcover thickness values exceeded average values only in the first ten days of March. The most frequent avalanche danger degrees were 1-low and 2-moderate, with degree 3-considerable being more frequently recorded in February and the first ten days of March. Worth mentioning are the high temperatures of December, which reached their maximum levels ever recorded from 1920 to date (when historical data sets for the present work were first available).

SNOWCOVER IN THE APENNINES In the winter season 2015-2016

M. Valt, S. Sofia and P. Cianfarra

The winter season 2015-2016 in the Apennines was characterised by less snowfalls than the 2010-2015 average. Fresh snow accumulation was below 0.10 percentile as for SAI Index calculation, a value that underlines scarce precipitation.

Snow, like in the Alps, fell late in the season and the heaviest snowfalls occurred in February and March. All figures have been processed with an experimental database of data published online, and therefore should not be intended as definitive.

SNOWFALLS AND AVALANCHES Snow and climate events and territorial problems in the winter season 2015-2016

by AINEVA avalanche services

This article describes, for the various administrative areas, the most significant snow and climate events of winter season 2015-2016 and their principal impact on territory. The reports, drawn up by the regional and provincial avalanche services that are part of AINEVA, are not certainly exhaustive as for the winter season trend at local level, but should



be mainly intended as targeted studies that aim at pointing out the most important problems that have emerged in the various areas and which had major impact on economic-production activities and the civil defence system.

RED SNOW **A chromatic effect or a stability defect?**

M. Valt and M.C. Prola

The presence of sand powders from

the Sahara desert in precipitations over central-southern Europe is a quite frequently observed event.

These deposits have also been found in the core samples taken from Alpine glaciers and they give snow a red colour, more or less evident depending on their concentration. At first sight, this colour may also be confused with that produced by *Chlamydococcus nivalis* unicellular algae.

The presence of powders on



the snowcover surface reduces snow albedo, accelerating melting processes.

This leads to the formation of surface layers mostly made up of melt forms that, with subsequent freezing, turn rapidly into crusts. The latter, once incorporated in the snowpack and under determined conditions, seem to facilitate formation of thin weak layers of faceted crystals, which leads to increasing snowpack instability.

After proposing a historical description of some events observed in the last centuries, this article describes from a meteorological viewpoint some recent events of major powder depositions in the southern Alps and their observed effects on snowcover stability.

AVALANCHE ACCIDENTS **Overview of avalanche accidents in Italy in the winter season 2015-2016**

S. Pivot

15 avalanche casualties were recorded in the winter season 2015-2016, a number well below the average, in only 9 fatal accidents. This figure, in line with those recorded in other alpine countries, underlines a serious problem: the growth, in the last few years, in the number of accidents that involve a number of buried people.

Due to the particular seasonal trend, 85% of the accidents took place between February and May and a third of them in April alone. 70% of the accidents took place on slopes with inclination from 40° upwards, which confirms a growing trend: people seem to search for steeper and steeper slopes, thanks to the use of high-performance materials.

At least in 5 accidents, several people still were not equipped with the basic safety pack: ARTVA-shovel-probe. However, out of 15 casualties, trauma turned out to be the cause for the death of 14 people, and in these cases self-rescue by companions is virtually useless.



