



u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**

**OESCHGER CENTRE
CLIMATE CHANGE RESEARCH**

sc | nat 

Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences
Atmospheric Chemistry and Physics ACP



Funded by the
Framework Programme
of the European Union

Dicembre 1916: Il Mese della Morte Bianca

Una delle peggiori catastrofi meteorologiche della storia prese forma nelle Alpi sud-orientali durante il terribile inverno del 1916/17. Le abbondanti neviccate causarono innumerevoli valanghe, uccidendo migliaia di soldati impegnati al fronte, ma anche civili. Oggi è possibile rivisitare l'evento in dettaglio grazie a ricostruzioni basate sui modelli che vengono usati quotidianamente per le previsioni meteo. Questo mostra come si possono combinare tecniche numeriche e documenti storici per comprendere meglio gli eventi estremi nel passato e nel futuro, nonché il loro impatto sociale.

Cento anni fa l'Europa era nel mezzo della Prima Guerra Mondiale. Sul fronte italiano, gli eserciti dell'Impero Austro-Ungarico e del Regno d'Italia si affrontavano in uno dei più estremi campi di battaglia della storia, sulle cime delle Alpi sud-orientali (Box 1: Il fronte italiano). Qui, durante gran parte dell'anno, i combattimenti cessavano quasi completamente, per lasciare spazio ad un'altra guerra, combattuta contro il freddo, il ghiaccio e la neve.^{1,2} Con medie di oltre 2 metri di precipitazioni all'anno, quella parte delle Alpi è una delle regioni più piovose del continente. I soldati erano letteralmente sepolti dalla neve, tanto che i loro corpi vengono restituiti ancora oggi dai ghiacci in ritirata, un drammatico promemoria di quell'assurda carneficina.

Anche il destino giocò contro quegli uomini, facendo dell'inverno 1916/17 uno dei più nevosi del secolo (Fig. 1), una situazione riconosciuta come eccezionale già allora.^{3,4} Tra il novembre 1916 e il gennaio 1917, un pluviometro nei pressi del Tarvisio misurò 1432 mm di precipitazione, circa l'80 % di quanto si misura normalmente in un anno. E dopo un febbraio secco, ulteriori 560 mm si aggiunsero tra marzo e aprile 1917.

Ci fu un giorno in particolare che entrò di diritto nei libri di storia: il 13 dicembre 1916, conosciuto in Italia come la «Santa Lucia Nera».

In questo giorno, che seguì una settimana di neviccate incessanti, l'arrivo di una massa d'aria calda e umida dal Mediterraneo portò intense precipitazioni e un aumento della quota neve, causando innumerevoli valanghe ovunque nella regione (vedi Box 2: Le valanghe al fronte). Il numero di perdite umane fu senza precedenti per questo tipo di evento naturale. Un conteggio accurato non è pos-



Foto 1: Trincea sul Monte Scorluzzo, presso Passo dello Stelvio.

Autori: Yuri Brugnara^{a,b}, Stefan Brönnimann^{a,b}, Marcelo Zamuriano^{a,b}, Jonas Schild^b, Christian Rohr^{a,c}, Daniel Marc Segesser^c

^a Oeschger Centre for Climate Change Research, Università di Berna, Berna, Svizzera

^b Istituto di Geografia, Università di Berna, Berna, Svizzera

^c Istituto di Storia, Università di Berna, Berna, Svizzera

Citazione: Brugnara Y, Brönnimann S, Zamuriano M, Schild J, Rohr C, Segesser DM (2016) Dicembre 1916: Il Mese della Morte Bianca. Geographica Bernensia G91. ISBN 978-3-905835-49-6, doi:10.4480/GB2016.G91.03

Box 1: Il fronte italiano

Il Regno d'Italia dichiarò guerra all'Austria-Ungheria il 23 maggio 1915, quasi un anno dopo l'inizio della Prima Guerra Mondiale. Il confine tra i due paesi era prevalentemente montuoso e l'esercito austro-ungarico arretrò subito verso le posizioni in quota più facili da difendere. I cambiamenti nella posizione del fronte furono piuttosto insignificanti fino all'ottobre 1917, quando truppe tedesche si unirono agli austro-ungarici riuscendo a sfondare le linee italiane a Caporetto e costringendo gli italiani ad una ritirata di oltre 100km nella pianura veneta fino al Piave. Tra lo Stelvio e il Monte Grappa il fronte rimase comunque immutato fino

alla fine della guerra. Alla fine del 1918 il collasso dell'Impero Austro-Ungarico significò la vittoria italiana.

Il prezzo in termini di perdite umane fu enorme: in tre anni e mezzo, circa 650 000 soldati italiani e 400 000 austro-ungarici persero la vita. Nelle sezioni ad alta quota del fronte (spesso sopra i 3000 m slm) le perdite causate dalle valanghe e dalle intemperie, la cosiddetta «morte bianca», furono paragonabili a quelle causate dal fuoco nemico.

Box 2: Le valanghe al fronte

A partire dall'inizio di novembre abbondanti nevicate si verificarono su quasi l'intero fronte.^{2,4} Le testimonianze dei contemporanei raccontano come quasi ovunque, tra lo Stelvio a ovest e il Monte Nero a est, la pala era diventato lo strumento più importante sia per i soldati che per i civili. Le valanghe si susseguivano quasi ogni giorno, causando di continuo nuove vittime. Per raggiungere le posizioni più avanzate del fronte fu talvolta necessario scavare dei tunnel nella neve.

Data l'impossibilità di subire attacchi in queste condizioni, gli ufficiali spesso inoltrarono richiesta di spostare le truppe dalle zone più a rischio valanghe. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, queste richieste venivano rifiutate dagli alti comandi, dal caldo dei loro uffici nelle valli. Nel primo mattino del 13 dicembre 1916 e per tutto il giorno enormi valanghe si abbatterono, come temuto dai presenti, sulle posizioni austro-ungariche e italiane. Il peggiore e più noto incidente si verificò sulla Marmolada al campo austro-ungarico del Gran Poz (2242 m slm), dove tra 270 e 332 uomini persero la vita sotto una valanga partita dal sovrastante ghiacciaio. Alcuni dei corpi vennero recuperati solo in luglio. Josef Strohmaier, stazionato al Gran Poz, raccontò: «Le valanghe si staccavano di continuo, ogni giorno c'erano nuove vittime tra i commilitoni» e, dopo essere stato avvertito che una valanga era in arrivo, «volevamo raggiungere la porta per fuggire, [ma in quel momento] la parete esterna venne travolta dalla neve e dal ghiaccio. [...] Il mio compagno di branda disse solo: «Kruzifix, siamo spacciati».»² I due – e molti altri da ambo le parti – furono però salvati^{4,11} e portati in ospedale come quello di Cortina d'Ampezzo, dove lavorava il medico Nicola Ragucci, che scrisse: «L'immane torrente nevoso [...] investì un intero baraccone a



Foto 2: Messa sul ghiacciaio della Marmolada in onore del nuovo imperatore Carlo I (25/11/1916). Molti di questi uomini moriranno 18 giorni più tardi sotto la valanga del Gran Poz.

due piani [...] ove era riparata un'intera compagnia di oltre duecento uomini. Furono tutti seppelliti sotto la massa tremenda, e purtroppo vi sono pure una quarantina di morti.»¹²

Le valanghe causavano anche vittime indirette, ad esempio per l'interruzione delle linee di rifornimento.³ Nella mattina del 13 dicembre una grossa valanga dal Gatterspitze (Alpi Carniche) distrusse parte di un campo austro-ungarico. Durante l'evacuazione un'altra valanga colpì la funivia, lasciando isolati 120 tra ufficiali e soldati nel campo semidistrutto.⁷

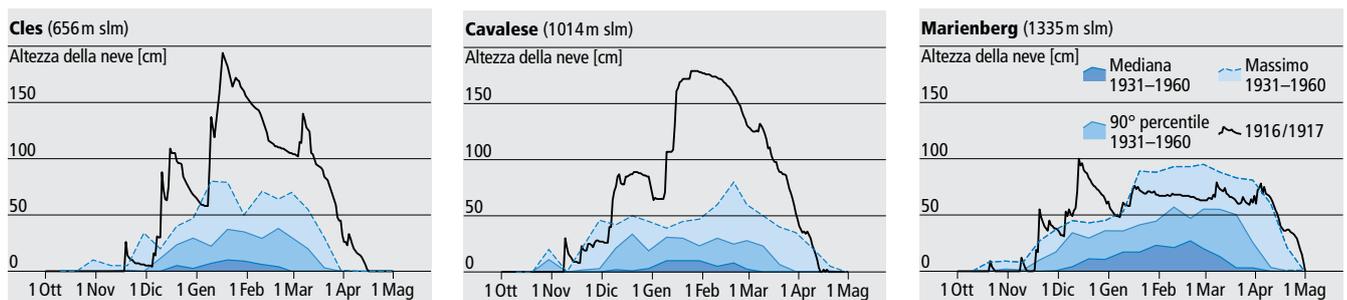


Fig. 1: Evoluzione dell'altezza della neve al suolo durante l'inverno 1916/17 misurata in tre stazioni nell'allora Tirolo meridionale (oggi Trentino-Alto Adige/Südtirol), confrontata con le rispettive statistiche del periodo 1931-1960.¹⁰

Box 3: Le valanghe del 1916 sui giornali



Nonostante le valanghe del 1916 siano state le più disastrose a memoria d'uomo, i quotidiani austriaci del tempo trascurarono l'evento. Una selezione di quotidiani asburgici¹³ è stata analizzata: tre sovra-regionali, l'«Arbeiter-Zeitung» (social-democratico), la «Neue Freie Presse» (liberale) e il «Reichspost» (conservatore), e tre tirolesi, il «Der Tiroler» (Bolzano), l'«Innsbrucker Nachrichten» (Innsbruck) e il «Tiroler Anzeiger». Dalle loro pagine risultano più chiari i motivi della scarsa attenzione per l'evento. Le notizie sulla situazione politica dominavano in quei giorni, in particolare riguardo un possibile cessate il fuoco in seguito alla morte dell'imperatore Francesco Giuseppe avvenuta il 21 novembre 1916. Oltretutto, le notizie dal fronte erano ovviamente sottoposte a censura: lunghi articoli si trovano solo a proposito della guerra in Romania, mentre i rapporti ufficiali dalle Alpi sono sempre molto stringati. Solamente le vittime celebri,

come l'autore e giornalista tirolese Josef Burger, ucciso da una valanga il 5 dicembre 1916, vengono menzionate. Qualche informazione in più si trova per le valanghe che colpiscono i paesi in valle. I giornali tirolesi riportano luoghi e date, numero di vittime e descrizione dei danni, principalmente per le valanghe in Val Venosta e Val Passiria, ma anche nella Svizzera sud-orientale (Tiroler Anzeiger, 15 dicembre 1916, p. 3). Un'analisi più completa di questi articoli consentirà di ricostruire in dettaglio l'area coinvolta e la tempistica delle valanghe, nonché il numero di vittime civili. In aggiunta, i giornali contengono interessanti descrizioni della situazione meteorologica. Nel golfo di Genova e persino nel porto il vento causò notevoli problemi alle imbarcazioni (Tiroler Anzeiger, 15 dicembre 1916, p. 3). Il «Der Tiroler» scrive il 15 dicembre 1916 della situazione nel Tirolo meridionale (p. 3):

«Nemmeno i più anziani [...] si ricordano di aver vissuto qualcosa del genere. Ogni giorno il vento da sud porta neve o pioggia, causando in montagna una crescita enorme del manto nevoso. Nei fondovalle invece la pioggia ha già fatto sparire tutta la neve. A causa della neve pesante, in molti luoghi sono stati abbattuti i pali del telegrafo.»

L'interruzione delle linee del telegrafo fu presumibilmente la ragione principale per cui molte notizie sulle valanghe furono pubblicate con una o due settimane di ritardo.

sibile, anche se la stima di 10 000 morti riportata da alcune fonti⁵ è sicuramente esagerata. Fonti ufficiali austriache forniscono una stima di 1 300 morti e 650 feriti nel periodo dal 5 al 14 dicembre,⁶ mentre stime successive parlano di 2 000 vittime delle valanghe tra il 12 e il 13 dicembre.⁷ Ad oggi non si conoscono stime ufficiali da parte italiana,⁸ ma i rapporti su singoli eventi suggeriscono perdite simili a quelle austriache. Anche dozzine di civili furono uccisi dalle valanghe,⁹ che in molti casi colpirono centri abitati a bassa quota. Molte pubblicazioni moderne riportano erroneamente che il 13 dicembre sarebbe stato un venerdì (nel mondo anglo-sassone è stato addirittura ribattezzato «White Friday»⁵). In realtà, la «Santa Lucia Nera» fu un mercoledì.⁴

Essendo accaduto nel mezzo della Grande Guerra, l'evento venne quasi del tutto ignorato dalla stampa di allora (vedi Box 3: Le valanghe del 1916 sui giornali). In ogni caso, si tratta di uno dei peggiori disastri di natura meteorologica nella storia europea in termini di perdite umane. E' il tipo di eventi che ci può fornire informazioni sui fenomeni più estremi del passato e del futuro. Un evento tragico di 100 anni fa si può infatti trasformare oggi

in un insegnamento prezioso per i ricercatori. Con gli impatti ben documentati, quello che serve è uno studio quantitativo e dettagliato dei processi atmosferici all'origine.



Foto 3: Valanga a Vermiglio, Trentino (1916).

«Prevedere» il tempo del passato

Le ricostruzioni climatiche sono da lungo tempo uno strumento importante per la ricerca. Spesso sono però singoli eventi meteorologici, la cui relazione con l'evoluzione del clima non è sempre ovvia, ad avere grossi impatti. Per questo abbiamo bisogno di ricostruzioni meteorologiche. Di fatto, per decenni, gli eventi meteorologici del passato sono stati ricostruiti dagli storici, spesso in maniera molto precisa, ma solo su scala locale ed in modo descrittivo. Queste ricostruzioni non possono essere usate direttamente per applicazioni quali, ad esempio, il risk modelling. Le informazioni che avevamo

finora sul dicembre 1916 erano quasi esclusivamente una descrizione qualitativa tratta da diari e memorie, o persino da aneddoti tramandati oralmente. Esistono certo informazioni quantitative misurate dalle stazioni dei servizi meteorologici nazionali dell'epoca, ma queste osservazioni coprono principalmente i fondovalle, dove vive la popolazione, e forniscono pochissimi dati sulle vette e i versanti dove gli eventi principali ebbero luogo. Oltretutto, la guerra causò la disattivazione di molte stazioni, in particolare nelle vicinanze del fronte, oltre alla perdita di molti registri meteorologici.¹⁴

Box 4: Cos'è una reanalisi?

Le osservazioni meteorologiche forniscono informazioni sull'atmosfera reale, ma sono temporalmente e spazialmente incomplete. I modelli numerici forniscono una rappresentazione completa e fisicamente consistente dell'atmosfera, ma non sempre in accordo con la realtà. Le reanalisi combinano i vantaggi di osservazioni e modelli. Questo si ottiene dalla correzione continua di una simulazione numerica in modo da «avvicinarla» alle osservazioni. Pertanto, le reanalisi sono fisicamente consistenti, spazialmente complete e comprendono numerose variabili per le quali non sono necessariamente disponibili osservazioni. Non si devono però considerare sullo stesso piano di vere osservazioni.

Nel caso del dicembre 1916, la sola variabile osservata per correggere il modello è la pressione atmosferica. Il modello è pertanto forzato a generare interi sistemi meteorologici (con campi di vento, temperatura, trasporto di umidità e molto altro) in modo che siano consistenti con le variazioni spazio-temporali della pressione osservate.



Foto 4: Soldati svizzeri praticano il salto con gli sci nei pressi del passo dell'Umbrail, vicino al punto dove i confini di Svizzera, Italia e Austria-Ungheria si incontravano (nelle vicinanze della prima linea italiana e a tiro delle artiglierie austro-ungarica e italiana).

Negli anni recenti, lo sviluppo di nuove tecniche numeriche ha permesso ricostruzioni non solo climatiche, ma anche meteorologiche. Le cosiddette reanalisi (vedi Box 4: Cos'è una reanalisi?), le quali combinano osservazioni meteorologiche con un modello numerico di previsione del tempo, sono ormai data sets standard nelle scienze atmosferiche. Tuttavia, fino a poco tempo fa esse erano limitate agli ultimi decenni, per i quali sono disponibili abbondanti osservazioni dai palloni meteorologici e dalle radiosonde. Le tecniche più recenti necessitano di molte meno osservazioni. La pressione atmosferica per poche dozzine di località è sufficiente per costruire una rappresentazione tridimensionale dell'atmosfera ogni sei ore, consentendo di estendere le reanalisi indietro nel tempo fino alla fondazione delle reti di misura

nazionali nel 19° secolo. Diverse reanalisi^{15,16} oggi riproducono la situazione meteorologica del dicembre 1916 (Fig. 2). La loro risoluzione spaziale è però insufficiente per analizzare un evento su scala regionale in un'area con una topografia complessa come quella delle Alpi. Il passo successivo può quindi essere il downscaling dinamico (vedi Box 5: Downscaling dinamico) delle reanalisi, una procedura del tutto simile a quanto viene fatto quotidianamente dai meteorologi per fornire previsioni più accurate su scala locale.

Queste nuove tecniche numeriche non rimpiazzano il lavoro degli storici, bensì lo completano: mentre le reanalisi forniscono un'interpretazione dinamica per fenomeni documentati, i documenti storici descrivono gli impatti dei sistemi meteorologici analizzati. Questo apre nuove opportunità di collaborazione e di attività interdisciplinari, come dimostra il caso del dicembre 1916.

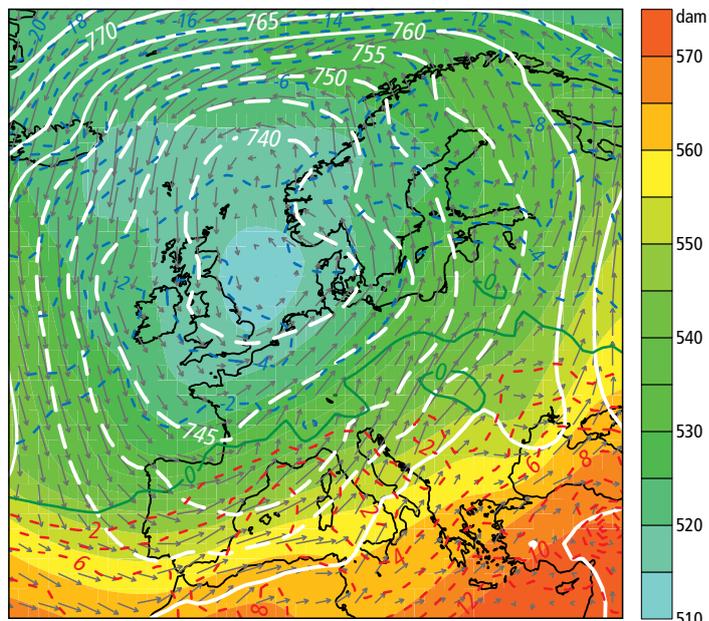
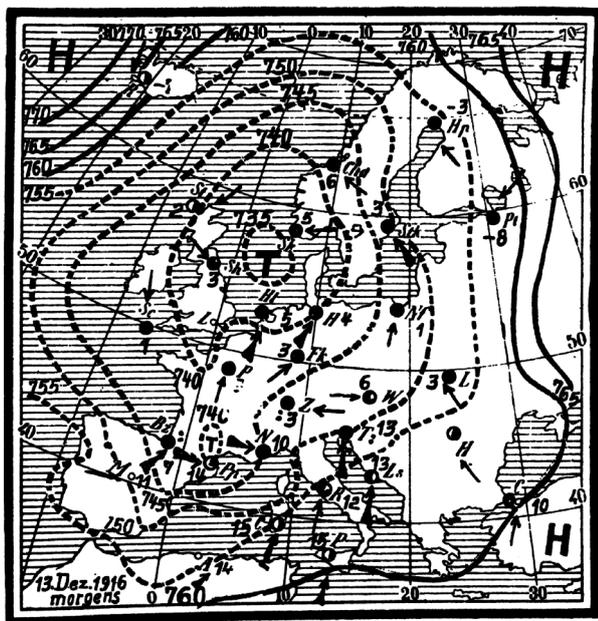
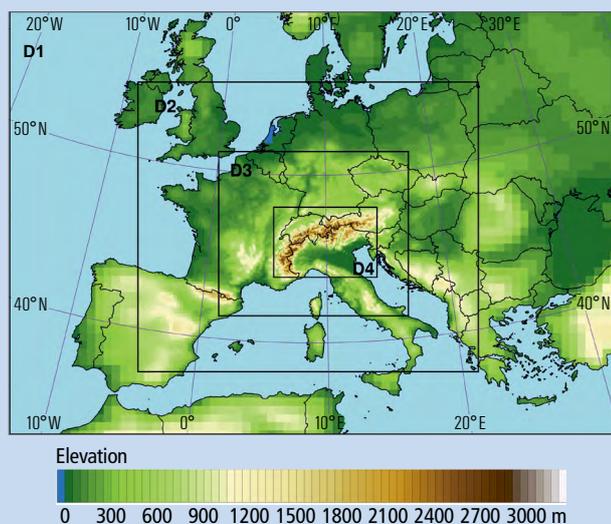


Fig. 2: (sinistra) Mappa sinottica dell'Europa, disegnata a mano, per la mattina del 13/12/1916, le linee indicano la pressione a livello del mare (mmHg).¹⁷ Questa mappa è basata su osservazioni effettuate ad orari leggermente diversi (fino a qualche ora di differenza). (destra) Mappa sinottica per il 13/12/1916 alle ore 06:00 UTC ottenuta dalla reanalisi ERA-20C; le linee bianche indicano la pressione a livello del mare (mmHg), le linee colorate (verde per zero, rosso per valori positivi, blu per valori negativi) e le frecce indicano, rispettivamente, la temperatura (°C) e il vento al livello isobarico di 850 hPa (la lunghezza delle frecce è proporzionale alla velocità del vento), le aree colorate indicano l'altezza di geopotenziale a 500 hPa (dam).

Box 5: Downscaling dinamico

Le reanalisi sono il prodotto di modelli atmosferici che simulano l'intero globo, chiamati modelli di circolazione generale. La loro risoluzione spaziale non è molto fine, così che le Alpi si trasformano in una grande collina alta appena 1 km. Per risolvere questo problema si possono assimilare i valori ricostruiti dalle reanalisi in un modello ad alta risoluzione che copre solamente una piccola regione del globo, il quale creerà una nuova reanalisi a più alta risoluzione solo per quella regione. Il processo può essere ripetuto più volte, utilizzando via via risoluzioni più alte per aree più piccole. Per ricostruire l'evoluzione meteorologica del dicembre 1916, sono state effettuate quattro simulazioni innestate l'una nell'altra, utilizzando il modello WRF-ARW versione 3.7.1¹⁸ (con risoluzioni di 54, 18, 6, e 2 km, rispettivamente).



Dicembre 1916 reloaded

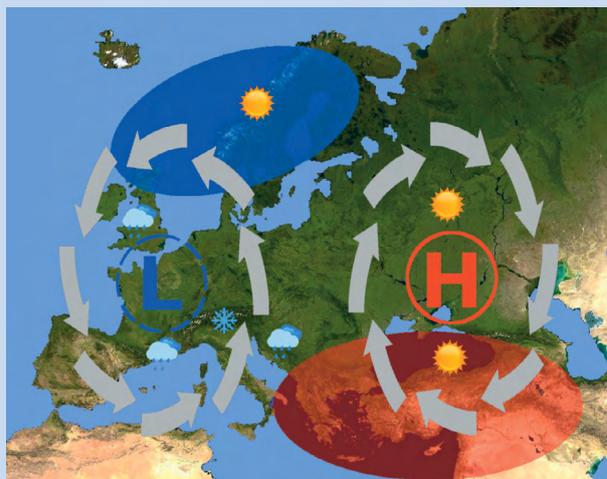
Già i meteorologi del tempo analizzarono la configurazione sinottica del 13 dicembre 1916, le loro mappe disegnate a mano si possono trovare nei bollettini meteorologici e negli annali (Fig. 2 a sinistra). Le mappe mostrano un ciclone centrato tra la Scozia e la Danimarca, mentre un minimo di pressione secondario si era formato sulla Francia meridionale. Il pannello a destra in Fig. 2 mostra invece la situazione vista dalla reanalisi ERA-20C (generata nell'ambito del progetto europeo ERA-CLIM¹⁶).

Nonostante gran parte delle valanghe si siano verificate il 13 dicembre, esse furono la conseguenza di nove giorni di precipitazioni incessanti.⁴ Le reanalisi ci possono aiutare a comprendere i fattori naturali che hanno portato a questo evento estremo a così alto impatto. La circolazione atmosferica (Fig. 3) era bloccata in una configurazione nota come pattern East Atlantic/West Russian, uno dei modi di variabilità principali nel settore euro-asiatico¹⁹ (vedi Box 6: Il pattern East Atlantic/West Russia). Questa configurazione può portare lunghi periodi piovosi nelle Alpi meridionali²⁰ e temperature sopra la norma nella regione del Mediterraneo orientale²¹ (varie serie storiche di temperatura indicano che il dicembre 1916 fu il più caldo degli ultimi 120 anni in Grecia²²; vedi anche Fig. 3). Tra le conseguenze ci furono anche anomalie positive di temperatura superficiale dello stesso Mediterraneo, il quale rappresenta un'importante sorgente di vapore acqueo per gli eventi estremi nelle Alpi meridionali.²³

Il downscaling fino ad una risoluzione di 2 km della reanalisi ERA-

Box 6: Il pattern East Atlantic/West Russian

Alcune configurazioni nella circolazione atmosferica sono più frequenti di altre e possono diventare stazionarie per giorni o persino settimane. In queste condizioni è più probabile lo sviluppo di eventi estremi (quali ondate di calore o di freddo, nonché forti precipitazioni). In inverno la configurazione con maggiore potenziale per le precipitazioni estreme nelle Alpi meridionali è la fase negativa del pattern East Atlantic/West Russian. Questa situazione è caratterizzata da un vasto promontorio di alta pressione sulla Russia occidentale, opposto ad un'area di bassa pressione sull'Europa occidentale. L'aria calda e umida presente sul Mediterraneo viene trasportata verso le Alpi, dove è costretta a sollevarsi e raffreddarsi, causando la condensazione e precipitazione del vapore acqueo.



20C (vedi Box 5: Downscaling dinamico), produce precipitazioni per il 13 dicembre che superano localmente i 200mm nelle Alpi Giulie (in accordo coi massimi di precipitazione giornaliera osservati nel dicembre 1916, anche se le date in cui si sono verificati questi massimi sono andate perdute), con grandi variazioni spaziali tipiche di una topografia complessa (Fig. 4a). Queste precipitazioni aggiunsero un peso critico ad un manto nevoso che era cresciuto anche di 250 cm nei giorni precedenti (Fig. 4b). Inoltre, l'aumento della temperatura portò pioggia fino a 2000 m slm, appesantendo la neve al suolo. La combinazione di precipitazioni intense e alte temperature causarono anche il livello dell'acqua più alto mai osservato nel Wörthersee, il maggiore lago della Carinzia.²⁴ Al fronte, un'importante offensiva italiana dovette essere posticipata, dato che le truppe stavano «annegando nel fango», come scrisse il Generale Luigi Cadorna.⁵ Il ritardo durò cinque mesi, consentendo all'Austria-Ungheria di trasferire rinforzi critici dal fronte orientale.

Le osservazioni meteorologiche che non sono state assimilate dalla reanalisi, in particolare temperatura, precipitazioni (principalmente in Svizzera) e altezza della neve (in Austria-Ungheria), sono in buon accordo con i valori simulati (seppur con significative differenze locali, specialmente per singoli giorni; vedi Fig. 4a), ma da sole formerebbero un quadro assai incompleto dell'evento, dato che solo poche osservazioni giornaliere sono disponibili per le aree più colpite. Combinando il downscaling della reanalisi con le osservazioni si ottiene invece una visione dettagliata e completa, che

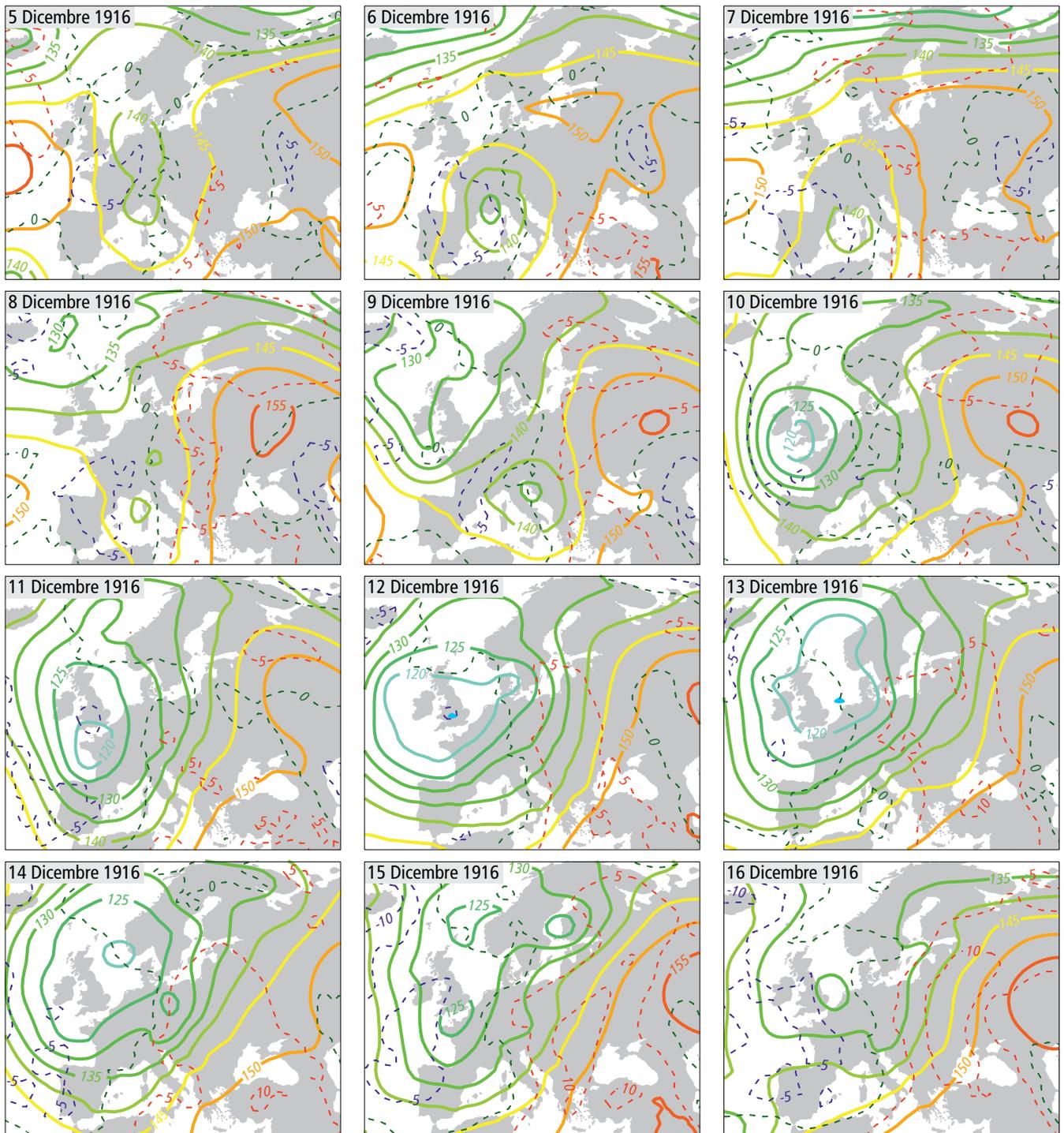


Fig. 3: Altezza di geopotenziale a 850 hPa (linee continue; dam) e anomalia della temperatura a 850 hPa rispetto al periodo di riferimento 1961–1990 (linee tratteggiate; °C) alle 00:00 UTC per ogni giorno dal 5/12/1916 al 16/12/1916 (ERA-20C).

può essere interpretata su solide basi fisiche. Ora che i principali ingredienti della situazione meteorologica (blocco atmosferico, mare caldo, trasporto di umidità, incremento di temperatura) e

della vulnerabilità sociale sono stati identificati, il comportamento di questi fattori in un clima futuro o in una società futura possono essere studiati.

Uno strumento con grande potenziale

Le reanalisi sono attualmente disponibili come data sets continui, con una risoluzione temporale di 6 ore, fino a metà dell'Ottocento. Alcuni test sono stati già condotti per gli anni 1815–1817 (il periodo comprendente l'«anno senza estate» che seguì l'eruzione del Monte Tambora²⁷) e il potenziale esiste per estenderle fino al 18° secolo, perlomeno per l'Europa centrale. Tuttavia esse dipendono da osservazioni di pressione che per lungo tempo non sono state

considerate particolarmente utili e quindi spesso non digitalizzate. Di fatto, il grande potenziale delle reanalisi sta portando ad una rivalutazione delle antiche osservazioni meteorologiche.

Le reanalisi non sono sempre in grado di riprodurre correttamente la circolazione atmosferica reale, particolarmente su scala locale. Pertanto non devono essere considerate come la realtà, ma

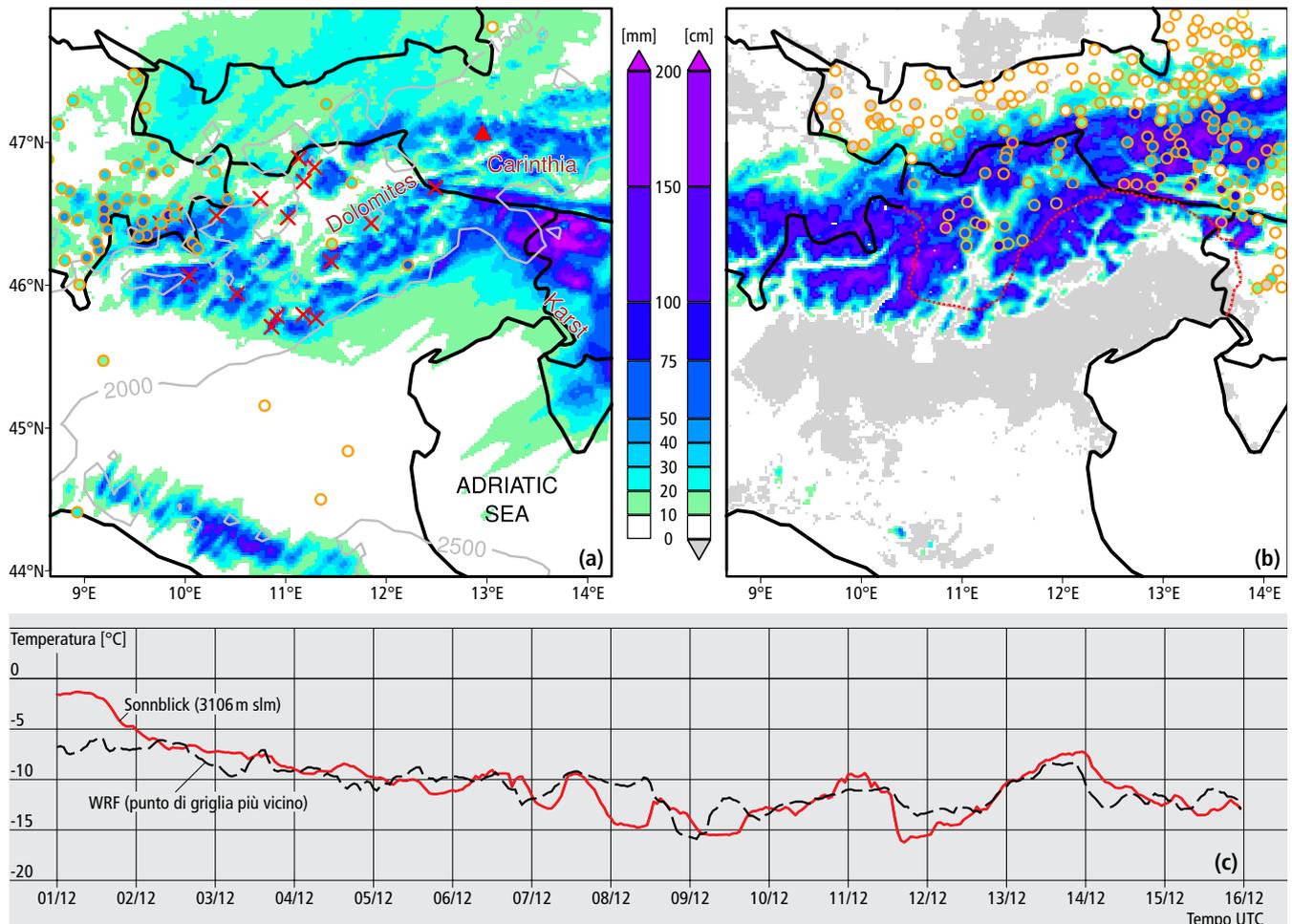


Fig. 4: Risultati del downscaling dinamico della reanalisi ERA-20C. a) Precipitazioni totali del 13/12/1916 (definito come le 24 ore terminanti alle 07:00 UTC del 14/12/1916) con zero termico medio (m) indicato dalle linee grigie; i cerchi rappresentano le osservazioni ottenute da data sets pubblici²⁵ o digitalizzate dagli autori, le croci rosse indicano la posizione di alcune delle valanghe più importanti avvenute il 13/12. b) Incremento nell'altezza della neve al suolo tra il 5 e il 13/12/1916 (alle 07:00 UTC), i cerchi rappresentano le osservazioni della rete dell'ufficio idrografico austro-ungarico²⁶; la posizione del fronte nel 1916 è disegnata dalla linea rossa. c) Temperatura oraria durante il periodo 1–15/12/1916 osservata sul Sonnblick (il più alto osservatorio meteorologico al mondo a quel tempo), confrontata con la simulazione (la temperatura all'altitudine della stazione è stata estrapolata dai due livelli del modello più vicini); la posizione del Sonnblick è segnalata in a) dal triangolo rosso.

piuttosto come la rappresentazione, fisicamente consistente, di una possibile realtà, che diventa utile solo se analizzata congiuntamente alle informazioni storiche sul mondo reale.

I risultati per il dicembre 1916 mostrano che ricostruzioni ad alta risoluzione sono ottenibili da poche osservazioni al suolo. Combinandole

con un'analisi storica dettagliata, permettono di approfondire un evento che è non solo storicamente rilevante, ma che è ben presente ancora oggi nella memoria collettiva. Questi risultati possono fornire preziose informazioni per numerose applicazioni, dall'attribuzione delle cause fisiche all'analisi degli impatti sulle attività umane e la valutazione dei rischi.



Foto 5: Obice puntato verso le Tre Cime di Lavaredo.



Foto 6: Resti di una trincea sul Monte Piana.

Bibliografia

- 1 Labanca N, Überegger O (2015) Krieg in den Alpen: Österreich-Ungarn und Italien im Ersten Weltkrieg (1914–1918). Böhlau, Wien, Köln, Weimar.
- 2 Jordan A (2008) Krieg um die Alpen: Der Erste Weltkrieg im Alpenraum und der bayerische Grenzschutz in Tirol. Duncker & Humblot, Berlin.
- 3 Handl L (1917) Von der Marmolata-Front II. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 48, 149–161.
- 4 Diario Storico Militare, 49° Reggimento Fanteria, Brigata Parma dal 1 Ottobre 1916 al 30 Novembre 1918. <http://www.cimeetrincee.it/49reggimento.pdf> (ultimo accesso 23 Oct 2016).
- 5 Thompson M (2008) The White War: Life and death on the Italian front 1915–1919. Faber & Faber, London.
- 6 Glaise-Horstenaus E (1934) Das Kriegsjahr 1916: Zweiter Teil: Die Ereignisse von August bis zur Jahreswende (Österreich-Ungarns letzter Krieg 1914–1918; Vol 5). Verlag der Militärwissenschaftlichen Mitteilungen, Vienna.
- 7 Wiedemayr L (2007) Weltkriegsschauplatz Osttirol: Die Gemeinden an der Karnischen Front im östlichen Pustertal. Osttiroler Bote, Lienz.
- 8 Leoni D (2015) La guerra verticale: Uomini, animali e macchine sul fronte di montagna 1915–1918. Giulio Einaudi editore, Torino.
- 9 Höller P (2014) Die Lawinenwinter 1916/17, 1950/51 und 1974/75: Ursachen und Folgen der Lawinenkatastrophen mit besonderem Bezug zu Südtirol. Der Schlern 88 (3), 37–45.
- 10 Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia, Annali Idrologici. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma. Disponibile online su <http://www.acq.isprambiente.it/annalipdf/> (ultimo accesso 7 Nov 2016).
- 11 Mörwald J (2014) Feuerbereit: Kriegstagebuch aus den Karnischen Alpen 1915–1917. Morisel, Munich.
- 12 Ragucci N (2010) Ospedale da Campo 040 di Cortina: La guerra di montagna vista da un medico, edito da P. Giacomei. Gaspari editore, Udine.
- 13 Austrian Newspapers Online (ANNO), <http://www.anno.onb.ac.at> (accessed 31 Oct 2016), open access platform for digitized newspapers from the Austro-Hungarian Monarchy (currently 47 different daily newspapers available for December 1916).
- 14 Auer I, Böhm R, Schöner W (2011) Austrian long-term climate 1767–2000: Multiple instrumental climate time series from central Europe. ZAMG, Vienna.
- 15 Compo GP et al. (2011) The Twentieth Century Reanalysis project. Q.J.R. Meteorol. Soc., 137, 1–28.
- 16 Poli P et al. (2016) ERA-20C: An Atmospheric Reanalysis of the Twentieth Century. J. Clim., 29, 4085–4097.
- 17 Billwiller R (1917), in: Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt 1916. Zürcher & Furrer, Zurich.
- 18 Skamarock WC et al. (2008) A Description of the Advanced Research WRF version 3. NCAR, Boulder, CO.
- 19 Barnston AG, Livezey RE (1987) Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. Mon. Weather Rev., 115, 1083–1126.
- 20 Casanueva A, Rodríguez-Puebla C, Frías MD, González-Reviriego N (2014) Variability of extreme precipitation over Europe and its relationships with teleconnection patterns. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 709–725.
- 21 Beranová R, Huth R (2008) Time variations of the effects of circulation variability modes on European temperature and precipitation in winter. Int. J. Climatol. 28, 139–158.
- 22 Lawrimore JH et al. (2011) An overview of the Global Historical Climatology Network monthly mean temperature data set, version 3. J. Geophys. Res. 116, D19121.
- 23 Sodemann H, Zubler E (2010) Seasonal and inter-annual variability of the moisture sources for Alpine precipitation during 1995–2002, Int. J. Climatol. 30, 947–961.
- 24 Schulz, L et al. (2004) Der Wörthersee: Limnologische Langzeitentwicklung des Wörthersees und limnologische Untersuchungen des Jahres 1999 unter besonderer Berücksichtigung der Planktonbiocönos. Kärntner Institut für Seenforschung, Klagenfurt.
- 25 Klein Tank AMG et al. (2002) Daily dataset of 20th century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. Int. J. Climatol. 22, 1441–1453.
- 26 K. k. Hydrographischer Dienst in Österreich (1917) Wochenberichte über die Schneebeobachtungen im österreichischen Rhein-, Donau-, Oder- und Adriagebiete für den Winter 1916/1917. K. k. Hof- und Staatsdruckerei, Vienna.
- 27 Brönnimann S, Krämer D (2016) Tambora and the „Year Without a Summer“ of 1816. A Perspective on Earth and Human Systems Science. Geographica Bernensia G90. ISBN 978-3-905835-46-5.

Ringraziamenti: I ricercatori dell'ECMWF Paul Poli, responsabile della generazione di ERA-20C, Dick Dee, coordinatore del progetto europeo ERA-CLIM, e Roberto Buizza e Patrick Laloyaux hanno fornito preziosi commenti ad una versione precedente di questo articolo. Un ringraziamento va anche a Ingeborg Auer per aver fornito le copie dei bollettini della neve austro-ungarici, e a Oswald Übergger, Nicola Fontana e Tadej Koren per l'aiuto con la documentazione storica. Si ringraziano inoltre Leonie Villiger e Monika Wälti per il loro contributo nella produzione di questa brochure.

Foto: (Titolo) Fotolia/ID: #80793814, (1,2,3,5) Österreichische Nationalbibliothek, Fotosammlung des k.u.k. Kriegspressequartiers 1914–1918, (Numeri di inventario: WK1/ALB007/01879, WK1/ALB064/18019, WK1/ALB007/01840 and WK1/ALB006/01668), (4) Schweizerisches Bundesarchiv, Signatur: CH-BA R#E27#1000/721#14094#3301*, Skispringen Darin: Battalion IV/93 Original: Negativ; Glasplatte; Silberbromid; 10x15cm, (6) Lorenzo Zardini–S.Jeep M.Piana

Layout: Alexander Hermann, Istituto di Geografia, Università di Berna

© GEOGRAPHICA BERNENSIA 2016, Istituto di Geografia, Università di Berna, Svizzera

