

La Cultura

1961

DELLO STESSO AUTORE

Il libro delle nuvole

Piccolo manuale per cercatori di nuvole

Quando fuori piove

Vincenzo Levizzani

Storia del mondo in 10 tempeste

Nebbia, uragani e grandi battaglie

ilSaggiatore

© il Saggiatore S.r.l., Milano 2025

L'editore ha effettuato, senza successo, tutte le ricerche necessarie al fine di identificare gli aventi titolo rispetto ai diritti delle immagini interne al volume. Pertanto resta disponibile ad assolvere le proprie obbligazioni.

Sommario

Prologo	11
1. Fu un vulcano a far crollare l'Impero romano? Storie di cambiamenti climatici, popoli e migrazioni	17
2. L'acquazzone che sconfisse Napoleone Come pioggia e vento hanno determinato le grandi battaglie	59
3. Annibale e la trappola dell'invisibilità La nebbia, alleata silenziosa degli eserciti	71
4. La Guerra «fredda» delle Due Rose Neve e nebbia tra York e Lancaster	87
5. Il tornado che creò gli Stati Uniti d'America Venti che hanno cambiato la storia	97
6. Solo un tifone poté fermare il Khan Le tempeste che hanno arrestato le grandi armate	111
7. Siccità e niente pane? Che mangino brioches! Come un anticiclone e la grandine gettarono le basi della Rivoluzione francese	129
8. Il Generale Inverno contro Hitler Il grande freddo e la difesa della Russia	139
9. Il meteo perfetto per una bomba atomica Il ruolo delle previsioni meteo nella Seconda guerra mondiale	155

10. La stagione del ciliegio viene e va	175
Globalizzazione, turismo di massa e riscaldamento globale	
Epilogo	195
<i>Ringraziamenti</i>	199
<i>Parole e sigle importanti</i>	203
<i>Un salto in libreria</i>	211
<i>Un pizzico di scienza</i>	215

Storia del mondo in 10 tempeste

*ad Angela,
la mia storia e il mio futuro*

Con un suono di corno
il vento arrivò, scosse l'erba:
un verde brivido diaccio
così sinistro passò nel caldo
che sbarrammo le porte e le finestre
quasi entrasse uno spettro di smeraldo:
e fu certo l'elettrico
segnale del Giudizio.
Una bizzarra turba di ansimanti
alberi, siepi alla deriva
e case in fuga nei fiumi
è ciò che videro i vivi.
Tocchi del campanile desolato
mulinavano le ultime nuove.
Quanto può giungere,
quanto può andarsene,
in un mondo che non si muove!

EMILY DICKINSON, *La tempesta*, 1883,
trad. di Eugenio Montale, in *Quaderno di traduzioni*, 1948

Prologo

Che cosa c'entrano meteorologia e clima con la storia dell'umanità? Siamo abituati a considerare la storia come una serie di fatti e avvenimenti in linea di massima accaduti per l'azione di eminenti personalità o dei popoli e delle masse. In generale è vero: la storia (dal greco antico ἱστορία, *historía*, «ispezione [visiva]», «ricerca», «conoscenza») è la disciplina che studia il passato dell'umanità e integra anche economia, strategia bellica, demografia, migrazioni e molti altri aspetti su cui abbiamo sudato a lungo sui banchi di scuola. Che cosa vuol dire allora occuparsi di meteorologia e clima in un contesto storico? Innanzitutto, ricaviamo qualche indicazione dall'etimologia greca delle due parole. Meteorologia deriva dal greco antico μετεωρολογία, da μετέωρος, *metéōros*, «elevato», e λέγω, *légō*, «parlo», o λογία, «studio», «discorso», «espressione», quindi «discorso razionale intorno agli oggetti alti». Clima deriva anch'esso dal greco antico κλίμα, *klíma*, «regione», «tratto di paese». Già da queste brevi indicazioni etimologiche (peraltro un po' incerte nel caso della meteorologia) capiamo come le due discipline siano parecchio diverse. Più avanti ne comprenderemo meglio le ragioni.

Da queste considerazioni iniziali emerge lo scopo primario di questo libro. Non ci occuperemo di storia nel senso classico del termine, anche perché questa è materia di studio degli storici. Ribalteremo piuttosto lo scenario e cercheremo di capire se gli eventi meteorologici contingenti o il quadro climatico del tempo hanno avuto influenza sul dispiegarsi degli eventi e sulla loro conclusione finale. Ci chiederemo se e in quale misura un determinato evento storico o una serie di accadimenti storici siano stati determinati dal contesto meteo-climatico. Non abbiamo la presunzione di stabilire in maniera definitiva se questi eventi siano stati fortemente indirizzati nel loro svolgimento dalla meteorologia o dal clima, ma ci chiederemo se hanno risentito dell'azione delle tempeste o di altri processi atmosferici.

Ulteriore scopo del libro è quello di porre una tra le domande fondamentali di questi nostri tempi caratterizzati da imponenti cambiamenti climatici: la nostra Terra e la nostra vita sono veramente influenzate dalla meteorologia e dal clima? Potrebbe apparire una domanda oziosa cui seguirebbe una risposta scontata, ma se si ascoltano i dibattiti ininterrotti tra le diverse opinioni o, peggio, fazioni in lizza, si intuisce che le cose non sono così semplici. Quindi, recuperare informazioni sull'azione degli eventi meteorologici nella storia dell'umanità è utile per capire ciò che sta succedendo nel presente, ricavandone una possibile chiave di lettura dei tempi che viviamo.

Partire per un viaggio così lungo e intricato può inoltre sembrare alquanto scomodo. Di quali conoscenze abbiamo bisogno? Storia, fisica, chimica, biologia e l'onnipresente matematica? Per quanto la meteorologia e il clima coinvolgano tutte queste discipline, possiamo stare tranquilli e accomodarci sulla nostra poltrona senza alcuna preoccupazione. Il libro vi porterà a compiere questo viaggio cercando di rendere meteo-

rologia e clima nel loro dispiegarsi nella storia come cose vive, come se accadessero qui e ora. Non è facile, ma accettiamo la sfida perché l'avventura è affascinante. Al lettore è richiesta «solo» una notevole dose di curiosità da mettere nella ideale valigia di viaggio.

Piove, nevica, grandina, c'è la nebbia, spira un forte vento, il cielo è coperto oppure sereno, insomma che situazione meteorologica c'è là fuori? Queste sono le domande, vi assicuro, che si sono sempre poste gli uomini e le donne nel corso della storia prima di intraprendere un viaggio, di iniziare una battaglia o in qualsiasi altro frangente storico. Se invece queste domande non se le sono poste per qualsivoglia ragione, spesso e volentieri hanno pagato salate conseguenze, lo vedremo.

La meteorologia è l'unico aspetto a cui prestare attenzione in rapporto agli eventi storici? Che cosa dire, invece, del clima? In questa prospettiva le cose divengono più complesse, perché il periodo da considerare si allunga notevolmente e i fenomeni in gioco sono diversi e di più ampio respiro. Diventa anche più difficile attribuire le cause degli eventi ai processi climatici piuttosto che a quelli meteorologici perché, come vedremo, questa attribuzione può essere frutto di sottili ragionamenti e risultare perfino controversa. Una cosa è certa: il clima ha avuto sempre un'influenza assai marcata sulla vita dell'umanità, degli animali e delle piante e vale la pena porsi domande in merito.

Cominceremo il viaggio, quindi, proprio da qui, cioè dalla storia più remota che sconfina nella leggenda. Diluvi, siccità, eruzioni vulcaniche, piccole e grandi glaciazioni: ecco gli eventi di lungo periodo che hanno caratterizzato la storia umana dagli imperi dell'antichità fino al Medioevo. Vedremo che la storia dell'umanità è stata caratterizzata per lunghi periodi da troppo caldo o troppo freddo, tanta pioggia o assenza quasi

totale della stessa, in un alternarsi che dovrebbe farci pensare a ciò che sta succedendo ai nostri giorni. Le eruzioni vulcaniche hanno poi segnato periodi molto difficili e catastrofi climatiche imponenti. Grandi imperi, come quello romano, hanno dovuto soccombere anche per l'azione di periodi molto freddi. Ci imatteremo nella Piccola Era Glaciale, che ha determinato la vita politica e sociale per molto tempo.

La storia è fatta anche di singoli avvenimenti che si possono considerare marcatori tra le epoche o hanno influenzato il corso degli eventi in maniera spesso drammatica. Eccoci quindi alle Guerre persiane con la battaglia di Salamina, all'invasione di Annibale con i suoi elefanti, all'imperatore Teodosio che conosceva poco gli effetti del fortissimo vento di bora in Slovenia, ai mongoli che hanno dovuto fare i conti con le forti piogge o le condizioni del mare nelle loro invasioni, all'Armada Invincibile spagnola che ha dovuto combattere con il tempo avverso sul mare, alle nebbie e nevicate durante la Guerra delle Due Rose, alle nebbie e grandinate durante la guerra di Crimea a metà Ottocento, alle condizioni climatiche che portarono a carestie che furono determinanti come incipit della Rivoluzione francese del 1789, al tornado che protesse Washington durante la guerra contro la dominazione inglese. Giungeremo così alla battaglia delle battaglie, quella di Waterloo, che segnò un drastico cambio di rotta nella storia europea. E che dire del Generale Inverno delle pianure russe che fermò sia Napoleone Bonaparte che Adolf Hitler? Ci concentreremo poi sugli eventi della Seconda guerra mondiale: lo sbarco in Sicilia degli Alleati, il D-Day, l'offensiva delle Ardenne e il bombardamento atomico di Nagasaki. Un ultimo sguardo lo dedicheremo agli effetti del clima e dei suoi cambiamenti sulle dinamiche sociali, con un occhio particolare al turismo che sta cambiando faccia in modo abbastanza evidente.

La storia sarebbe stata diversa se il tempo fosse stato più clemente o se le condizioni climatiche generali fossero state diverse? Non abbiamo la presunzione di rispondere in maniera univoca a questa domanda, ma metteremo sul piatto quello che sappiamo e faremo qualche congettura basata su meteorologia e clima. Affronteremo, in altre parole, la storia con un occhio meteo-climatico senza pretendere di cambiarla o piegarla a nostro uso e consumo in nessun modo. Useremo gli occhi della scienza per vedere se gli avvenimenti sono stati davvero determinati e, se sì, in quale misura, dal tempo meteorologico e dall'andamento climatico. Con questo presupposto, addentriamoci nel vivo della storia.

1. Fu un vulcano a far crollare l'Impero romano?

Storie di cambiamenti climatici, popoli e migrazioni

Partiamo da lontano, ragionando di qualcosa che non è meteorologia: il clima. Senza questo incipit non si può avere del tutto presente ciò di cui parleremo in questo libro. È oltremodo necessario fare un po' di chiarezza sul perché i giornali e i media in generale facciano parecchia confusione nell'uso dei due termini. Una testata giornalistica qualche tempo fa titolava ironicamente: «Riscaldamento del pianeta? Ma se fa freddo!», come se il clima riguardasse esclusivamente il freddo o il caldo che sperimentiamo in questo preciso momento. Meteorologia e clima vengono infatti usati indifferentemente per indicare il tempo atmosferico a cui siamo esposti in ogni istante. Nulla di più sbagliato. Meteorologia e clima appartengono a due ambiti distinti, anche se tra loro strettamente legati.

La meteorologia moderna è la disciplina che si occupa di descrivere e prevedere le caratteristiche del tempo atmosferico sulla scala delle ore o dei giorni. È come se chiedessimo a una persona a cui teniamo: «Come ti senti in questo momento? Tutto bene?». Possiamo fare previsioni che non sono estrapolazioni o desideri basati sulle nostre sensazioni, ma risultati di modelli numerici che si fondano sulle variazioni di tempe-

ratura, pressione atmosferica, umidità, vento, precipitazioni, copertura nuvolosa e altro ancora. Le condizioni variano in modo molto rapido e quindi occorre tenere presente che una previsione meteorologica è attendibile in media fino a una durata di tre giorni e poi diviene via via sempre più imprecisa.

Il clima, invece, equivale a chiedere alla stessa persona che incontriamo dopo un po' di tempo dall'ultima volta che l'abbiamo vista: «Come te la sei passata in tutti gli anni in cui non ci siamo sentiti?». In altre parole, il clima si riferisce ai lunghi periodi di tempo e, soprattutto, si misura su quanto è successo nel passato chiamando in causa scienze dell'atmosfera, oceanografia, geologia e astronomia. I parametri fisici su cui si basano i ragionamenti climatici sono gli stessi della meteorologia, ma con una prospettiva temporale di lungo termine: temperatura media, precipitazioni medie, distribuzione stagionale delle temperature e delle precipitazioni, variabilità del vento ed eventi estremi quali frequenza e intensità di ondate di calore, uragani o alluvioni e altre calamità. Per il clima non possiamo disporre di modelli numerici di previsione come per la meteorologia, ma i modelli climatici ci forniscono proiezioni a lungo termine dei cambiamenti sull'arco di decenni o addirittura di secoli. I modelli climatici, in buona sostanza, sono strumenti molto sofisticati e delicati per stimare scenari futuri basati sui cambiamenti che osserviamo ora e che prevediamo possibili nel futuro, come per esempio la concentrazione dei gas serra in atmosfera.

Cominciamo dunque dall'occuparci di come il clima ha influenzato alcune epoche della storia dell'umanità sulla Terra, per capire se siamo in grado di determinarne l'influenza sull'evoluzione delle civiltà e degli imperi del passato.

Meteorologia, clima ed eventi estremi

Esattamente come succede in meteorologia, anche per l'ambito climatico le epoche vengono da noi classificate come «normali» o «anomale». Che cosa vuol dire? Cosa rientra nella «norma» e cosa invece ne è completamente fuori? La Royal Statistical Society ha recentemente promosso uno studio per approfondire le statistiche e i dati che stanno alla base di quanto sappiamo dei cambiamenti climatici. Una delle prime domande a cui lo studio ha cercato di dare una risposta è: che cos'è un evento estremo?

Un evento meteorologico o climatico estremo è un evento la cui intensità è elevatissima e fuori dalle categorie in uso rispetto al tempo e al luogo in cui si verifica. Esempi illuminanti sono tempeste violente, forti piogge e inondazioni, siccità, ondate di caldo e incendi. Sì, ma si può obiettare che questi eventi sono sempre accaduti. Per esempio, un uragano devastante non è detto che sia di potenza mai vista, come spesso sentiamo riportare nelle rassegne stampa. L'essere umano ha una memoria meteo-climatica abbastanza labile e, soprattutto, di breve periodo. Chi ci dice che altri uragani di potenza simile o anche superiore non abbiano mai avuto luogo in passato? E lo stesso vale per le alluvioni o le siccità e via dicendo.

Il sesto rapporto di valutazione dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (ipcc; <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/>) chiarisce che la misura dell'intensità degli eventi dipende dal contesto in cui si effettuano le catalogazioni. Per esempio, l'intensità può essere la velocità massima del vento per gli uragani, il totale delle precipitazioni accumulate, le temperature massime o minime giornaliere. Insomma, non possiamo definire un fenomeno come «mai visto» a meno che non definiamo in qualche modo un sistema di misura che

ce lo possa certificare. Che cos'è, quindi, un evento «estremo»? E come si misura?

Gli eventi sono normalmente definiti «estremi» se vengono superati valori corrispondenti a un limite massimo, come per esempio una giornata in cui la temperatura è maggiore di un valore di soglia fissato. D'accordo, ma anche questo non basta. Chi ci dice che la soglia non sia soltanto una creazione della nostra fantasia o un effetto del nostro sgomento di fronte a un evento di rara potenza? Esistono a tale scopo almeno tre modi per scegliere in maniera abbastanza oggettiva la soglia di cui stiamo parlando:

- un valore numerico assoluto al di sopra del quale si verifica un impatto particolarmente sentito o negativo (es. 40 °C di temperatura dell'aria);
- un valore molto alto che viene superato solo in casi molto rari (es. il 5 per cento delle volte nelle serie di dati disponibili, preferibilmente molto lunghe);
- il valore massimo dei dati delle serie disponibili; in questo caso la soglia aumenta fatalmente nel tempo e gli eventi estremi corrisponderanno ai nuovi record statistici raggiunti.

Altre volte, e molto più semplicemente, gli eventi sono considerati estremi quando le variabili a essi associate assumono il valore più alto in uno specifico lasso temporale (es. la temperatura più alta dell'anno in corso).

Un'altra considerazione che normalmente viene fatta nel definire gli eventi estremi è che essi hanno un alto tempo di ritorno, cioè prima che un evento della stessa intensità accada di nuovo possono intercorrere molte decine di anni o addirittura secoli. L'evento estremo è quello che si discosta dalla media dei valori calcolata sulle serie di dati e più se ne discosta mino-

re è la frequenza con cui viene osservato, cioè è più chiara la sua qualifica di «estremo». Questa, però, non è una definizione sempre probante in sé. Infatti, a volte assistiamo a un'accelerazione di questi eventi che nulla ha di prestabilito e che supera di gran lunga la definizione data in passato. Ogni epoca ha i suoi tempi di ritorno, in parole povere.

Ecco allora che a questo punto dovrebbe essere chiaro a chiunque legga questo libro come si può fare ad accorgersi del fatto che un evento meteorologico o climatico sia stato veramente fuori da ogni categoria di «normalità». In questo modo potremo capire se un particolare evento abbia avuto una qualche influenza positiva o negativa sul verificarsi di un accadimento storico. Si tratta di un compito arduo in cui si sono cimentate generazioni di storici. Infatti, un evento estremo non è mai un evento semplice, ma è piuttosto complesso nelle sue conseguenze e può riverberarsi su molti altri fenomeni natu-

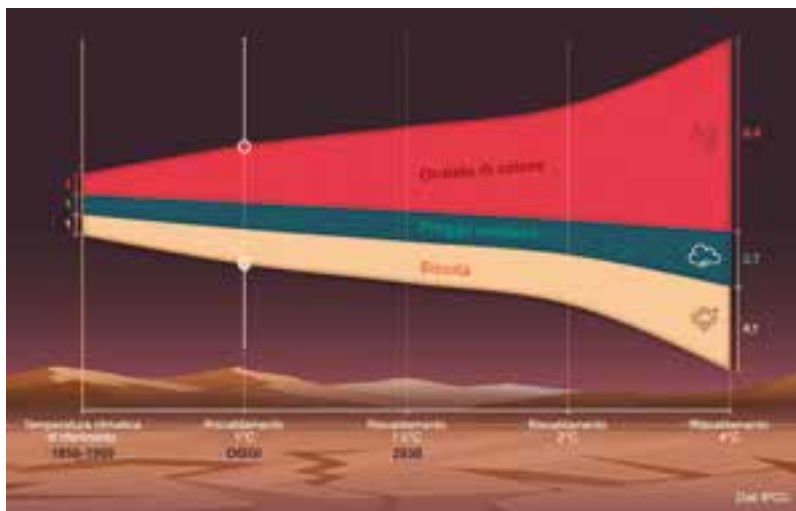


Figura 1 Aumento della frequenza di eventi estremi catastrofici ogni 10 anni negli ultimi 200 anni rispetto alla loro frequenza di uno per decade nel periodo di riferimento 1850-1900. Dati IPCC.

rali o su molte infrastrutture create dall'essere umano. Ecco perché in genere è difficile capire se un determinato fenomeno meteorologico o climatico abbia avuto oppure no un'influenza non ambigua sulla storia dell'umanità.

Ai giorni nostri le idee sono, forse, un po' più chiare e possiamo avvalerci dei progressi della meteorologia e della climatologia assistite dall'analisi statistica dei dati. In Figura 1 vediamo cosa significa aumento di eventi estremi all'aumentare della temperatura media del pianeta.

Tuttavia, nel seguito di questo libro non ci occuperemo di cambiamenti climatici nell'accezione cui ormai siamo abituati sulla scorta dell'attuale riscaldamento globale della Terra. Guarderemo al passato e non al futuro. Andremo a cercare eventi epocali nella storia delle popolazioni influenzati dal clima in cambiamento oppure avvenimenti storici chiave che sono stati sottoposti all'azione del tempo meteorologico. La domanda sarà quasi sempre: che cosa sarebbe successo se il tempo fosse stato più clemente o se l'andamento del clima fosse stato diverso? Forse non riusciremo a rispondere compiutamente a questa domanda, perché la storia non si fa con le ipotesi a posteriori. Tuttavia, potremo forse farci una qualche idea per meglio capire, in ultima analisi, ciò che ci sta succedendo ora.

Diluvi «universali»

Notiamo che il titolo di questa parte del nostro discorso è al plurale invece che al singolare, come siamo abituati a ritrovarlo. Cominciamo subito, infatti, con una tipologia di eventi che ha sempre terrorizzato l'essere umano sulla Terra, ma che non è rigorosamente definibile in termini meteorologici o climati-

ci. Che cos'è un «diluvio»? Come possiamo differenziarlo da piogge molto intense che causano inondazioni? Quale evento straordinario ha colpito Noè e la sua famiglia, secondo la narrazione del libro della Genesi ai capitoli 6-9? Parliamo di molti diluvi o di un singolo diluvio? Per noi occidentali il diluvio è quello della Bibbia, ma siamo proprio sicuri che la Bibbia abbia il monopolio in materia?

Michelangelo Buonarroti dipinge una scena del Diluvio Universale nella Cappella Sistina in Vaticano tra il 1508 e il 1510 (Figura 2). Ciò che colpisce in questa scena grandiosa è la scelta di Michelangelo di raffigurare gli effetti del diluvio sull'umanità che è colpita dalla furia degli elementi e che sta soccombendo alla loro azione. L'Arca è sullo sfondo e Noè e la sua famiglia sono comprimari. L'artista si focalizza sull'uomo e sulla donna che soffrono, per via della punizione che Dio riversa sull'umanità per mondarla dalle proprie colpe. Tuttavia, si vede chiaramente che Michelangelo ha pietà dell'umanità sofferente, anche se formalmente colpevole di essersi messa contro il suo Dio. La scena è livida con l'acqua che sale, le nuvole gonfie di pioggia all'orizzonte e gli esseri umani disperati.

Gli stessi sentimenti devono aver mosso la pittrice inglese Winifred Knights nel dipingere la sua versione del diluvio, nel 1920 (Figura 3). L'Arca, ancora una volta, si intravede in lontananza, appena abbozzata, ma la scena è tutta incentrata sulla folla che tenta di mettersi in salvo dalle acque che stanno salendo. I colori sono scuri, ancora più lividi di quelli di Michelangelo, e la speranza sembra avere abbandonato gli uomini e le donne che tentano di mettersi in salvo, pur sapendo che non ci riusciranno. Volgiamo l'occhio alle persone che si arrampicano disperatamente sul declivio e capiamo al volo che la speranza è agli sgoccioli. Due donne alzano le braccia al cielo in una disperata richiesta d'aiuto a un dio che non si vede.



Figura 2 Michelangelo Buonarroti (1475-1564), raffigurazione del Diluvio Universale sul soffitto della Cappella Sistina, 1508-1510, Città del Vaticano.



Figura 3 Winifred Knights (1899-1947), *The Deluge*, 1920, Tate Gallery, Londra.

La Bibbia narra quindi della volontà di Dio di punire i peccati dell'umanità sulla Terra con una pioggia incessante tale da causare l'innalzamento delle acque per annegare gli empi salvando soltanto il patriarca Noè e la sua famiglia con le specie di animali e piante che avrebbero consentito di rifondare una nuova era. Sappiamo bene, però, che il racconto biblico è mitologico e poco ha a che fare con la realtà dei fatti per come essi sono effettivamente accaduti. Che cosa c'è di vero nel diluvio? Si tratta di un evento esclusivamente narrativo oppure appartiene al patrimonio storico di tutte le civiltà? Infatti, se fosse soltanto una narrazione biblica, ci sarebbe da dubitare della sua veridicità storica, dal momento che sarebbe attestato da una fonte di stampo religioso.

No, il diluvio non è soltanto un racconto biblico. Non ci addentreremo in una lunga descrizione di ciò che proviene dalle varie culture, ma eccone una carrellata sintetica. Di diluvio parla la mitologia scandinava in due storie separate di cui quella più famosa è il Ragnarok, la battaglia finale tra gli dèi e i giganti. In Irlanda la nipote di Noè, Cessair, guida i primi abitanti dell'isola al loro approdo e un diluvio li spazza via tutti tranne uno. Nella mitologia greca, Deucalione e Pirra sono due anziani coniugi senza figli scelti per salvarsi dal diluvio e rifondare l'umanità. Il mito babilonese di Gilgamesh contiene una descrizione del diluvio che racconta del re sumero Utnapishtim che fu aiutato dal dio Enki a costruire un'imbarcazione per salvarsi dal diluvio imminente. La prima versione del mito è databile al 1646-1626 a.C. circa, ma in Mesopotamia il mito sopravvive in lingua accadica (Figura 4), sumera e assira fino al III secolo a.C. In Egitto Ra sommerge la Terra di birra mista a ocra rossa. L'episodio del diluvio e dell'arca di Noè si trova anche nel Corano, pur presentando qualche differenza rispetto alla narrazione biblica.

In Asia si ritrovano molti racconti quali quello indiano nel



Figura 4 Tavoletta neoassira in argilla, del VII secolo a.C., appartenente all'epica di Gilgamesh, con la storia del diluvio in caratteri cuneiformi in lingua accadica, British Museum, Londra.

Bhāgavata Purāṇa durante il sonno di Brahmā. In Cina vi sono molte fonti leggendarie concentrate tutte intorno al Fiume Giallo (non a caso) e collegate temporalmente, pare, con il racconto biblico. Altri luoghi in cui sono attestati racconti sul diluvio sono le Isole Andamane, l'Indonesia, l'Indocina e la Malesia. Le mitologie dei popoli dell'Australia, della Nuova Zelanda e della Polinesia contengono anch'esse racconti di questo genere. Nelle Americhe le leggende sono presenti nella mi-

tologia azteca, caddo, hopi, inca, mapuche, maya, navajo e alle isole Hawaii.

Possibile, quindi, che tutti questi popoli in maniera indipendente abbiano inventato un evento così disastroso? C'è dunque un fondo di verità? La risposta può essere abbastanza semplice, se ci pensiamo bene. Le alluvioni sono avvenimenti abbastanza frequenti nella storia e quando accadono portano morte e distruzione modificando il corso degli eventi. L'umanità ne è molto colpita e in tempi in cui la religione aveva un primato indiscusso sulla scienza, la tendenza era quella di attribuire queste avversità alla furia di un dio in collera per i peccati degli uomini. Su questo ci sono pochi dubbi, ma ci possiamo chiedere perché il diluvio è un fatto così eclatante da assurgere a paradigma di tutte le alluvioni?

Le ipotesi in risposta a questa domanda, perché di ipotesi si

tratta, sono diverse. La prima concerne un'alluvione preistorica della Mesopotamia che nel periodo neolitico era già molto antropizzata e con un clima caldo e umido. Il nome Mesopotamia deriva dal greco antico Μεσοποταμία, *Mesopotamía*, a sua volta da μέσος-, *mésos*-, «centrale», «che sta in mezzo», e ποταμός, *potamós*, «fiume», con il suffisso *-ia*, «landa»; quindi «terra fra i fiumi», ovvero il Tigri e l'Eufrate. L'ipotesi consiste nel fatto che una disastrosa alluvione dei fiumi di questa terra abbia avuto un effetto devastante sulle popolazioni, rimanendo nella memoria collettiva. Del resto, le alluvioni dovevano essere avvenimenti relativamente frequenti nella piana mesopotamica, data la conformazione geografica e la notevole abbondanza d'acqua (Figura 5).

La seconda ipotesi, suffragata in qualche modo da osservazioni geologiche, è quella avanzata nel 1997 da William Ryan e Walter Pitman della Columbia University. Essi pubblicarono evidenze di una massiccia inondazione attraverso il Bosforo intorno al 5600 a.C., causata dallo scioglimento dei ghiacci che avevano trasformato il Mar Nero e il Mar Caspio in enormi

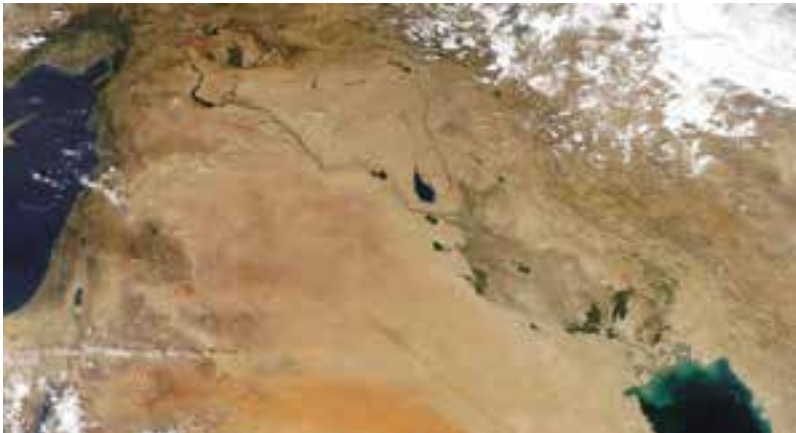


Figura 5 La Mesopotamia vista da un satellite il 9 ottobre 2020. Per gentile concessione NASA.

laghi d'acqua dolce. Quest'acqua si riversò attraverso i fiumi nel Mar Egeo allagando 155 000 chilometri quadrati di terre emerse e causando la notevole espansione del Mar Nero verso nord e ovest. Un'altra ipotesi è quella glaciologica, anch'essa basata sullo scioglimento dei ghiacci dopo l'ultima glaciazione tra l'8500 e il 7150 a.C. Il mare sarebbe salito di circa 155 metri inondando circa 150 000 chilometri quadrati di terra. L'eruzione vulcanica in epoca minoica di Thera potrebbe avere provocato un gigantesco tsunami (1630-1600 a.C.). Infine, l'ipotesi della caduta di un meteorite nell'Oceano Indiano (3000-2800 a.C.) sarebbe all'origine di giganteschi tsunami che avrebbero generato l'inondazione di coste e isole. Un altro meteorite potrebbe avere generato il lago Umm al Binni nell'Iraq meridionale all'inizio della civiltà sumerica (5000-4000 a.C.), dando origine al mito del diluvio di Gilgamesh. In quest'ultimo caso, l'evaporazione delle acque avrebbe provocato forti piogge e addirittura un maremoto.

Che cosa è effettivamente successo? Non è ancora del tutto chiaro e, come abbiamo visto, le ipotesi si sprecano: forse non riusciremo mai ad avere un'idea ben definita degli eventi. Tuttavia, siamo certi che la collera divina non è alla base delle leggende (o supposti fatti) del diluvio. Eventi catastrofici o cambiamenti epocali causati dalle transizioni delle ere geologiche sono le vere ragioni alla base di questi fenomeni estremi condivisi da molte civiltà del passato che li hanno subiti.

Le grandi siccità

All'opposto delle alluvioni nella scala degli eventi che coinvolgono il ciclo dell'acqua sulla Terra ci sono i periodi di siccità che hanno un impatto altrettanto forte sulla vita. Anche per le

siccità vale lo stesso discorso che per le alluvioni: c'è siccità e siccità. Una siccità può caratterizzare un determinato anno o una stagione e provocare danni considerevoli, ma poi arrivano le piogge e tutto si risolve per il meglio. La siccità è classificata secondo tre tipologie:

- siccità meteorologica (precipitazioni inferiori alla media per periodi più o meno lunghi);
- siccità agricola (influisce sulla produzione agricola, è provocata dall'aumento dell'irrigazione e dall'erosione dei suoli e può essere indipendente dal livello delle precipitazioni);
- siccità idrologica (si verifica quando le risorse idriche nelle falde freatiche, nei laghi e nei bacini scendono al di sotto di una soglia che varia da luogo a luogo; può essere indipendente dalle precipitazioni, per esempio può essere causata da un aumento del prelievo idrico, come nel caso del Lago d'Aral).



Figura 6 Vista del Salar de Uyuni, le montagne circostanti e i giganteschi cactus (*Echinopsis atacemensis*) sull'isola di Incahuasi, Provincia di Daniel Campos, Dip. di Potosí, nel Sudovest della Bolivia, non lontano dalla cresta delle Ande. Questa distesa di sale, con una superficie di 10582 chilometri quadrati, è la più estesa del mondo. Foto: D. Delso.

Comunque, bisogna considerare che la siccità non è un fenomeno soltanto di natura fisica, ma rappresenta una rottura dell'equilibrio del ciclo dell'acqua, tra la disponibilità delle risorse idriche e la richiesta per il consumo. Può durare anni o risolversi in un breve periodo, ma gli effetti possono essere in ogni caso molto gravi. In epoca storica e con osservazioni documentate, la siccità più lunga mai verificatasi sembra sia stata quella del deserto di Atacama, uno dei luoghi più aridi della Terra, dove ci sono porzioni estese di territorio su cui non cade una goccia di pioggia da più di 400 anni (Figura 6). In alcuni luoghi la pioggia media annuale è di 0,01 centimetri in totale! È di questo tipo di siccità che parliamo?

Forse, ma le siccità di cui ci occupiamo sono epocali e sono durate decenni (a volte anche centinaia di anni) e, soprattutto, hanno riguardato luoghi in cui fiorivano civiltà di alto tenore di vita, alcune delle quali sono ben note a tutti noi. Come le alluvioni, anzi forse molto più di queste, le siccità del passato hanno pesantemente influenzato la storia dell'umanità.

Circa 5000 anni fa nella Valle dell'Indo, nell'attuale Pakistan, era in piena fioritura la civiltà di Harappa con città ordinate, strade ampie e perfino un'efficiente rete fognaria, con case in mattoni, tubature dell'acqua e sale da bagno. Il loro sistema di scrittura contava 400 caratteri e alcuni ricercatori lo ritengono la madre degli alfabeti indoeuropei. Gli abitanti erano riusciti ad addomesticare lo zebù e il bufalo e a coltivare con successo il frumento e l'orzo. Insomma, una civiltà avanzatissima. Trattandosi del subcontinente indiano, la civiltà era fondata su un'agricoltura supportata da ricorrenti inondazioni provocate dalle piogge monsoniche che non mancavano mai, o almeno questo era quanto si pensava. Infatti, circa 4000 anni fa accadde l'irreparabile e la popolazione di Harappa fu costretta a lasciare questo luogo idilliaco. Perché? Studi recenti e

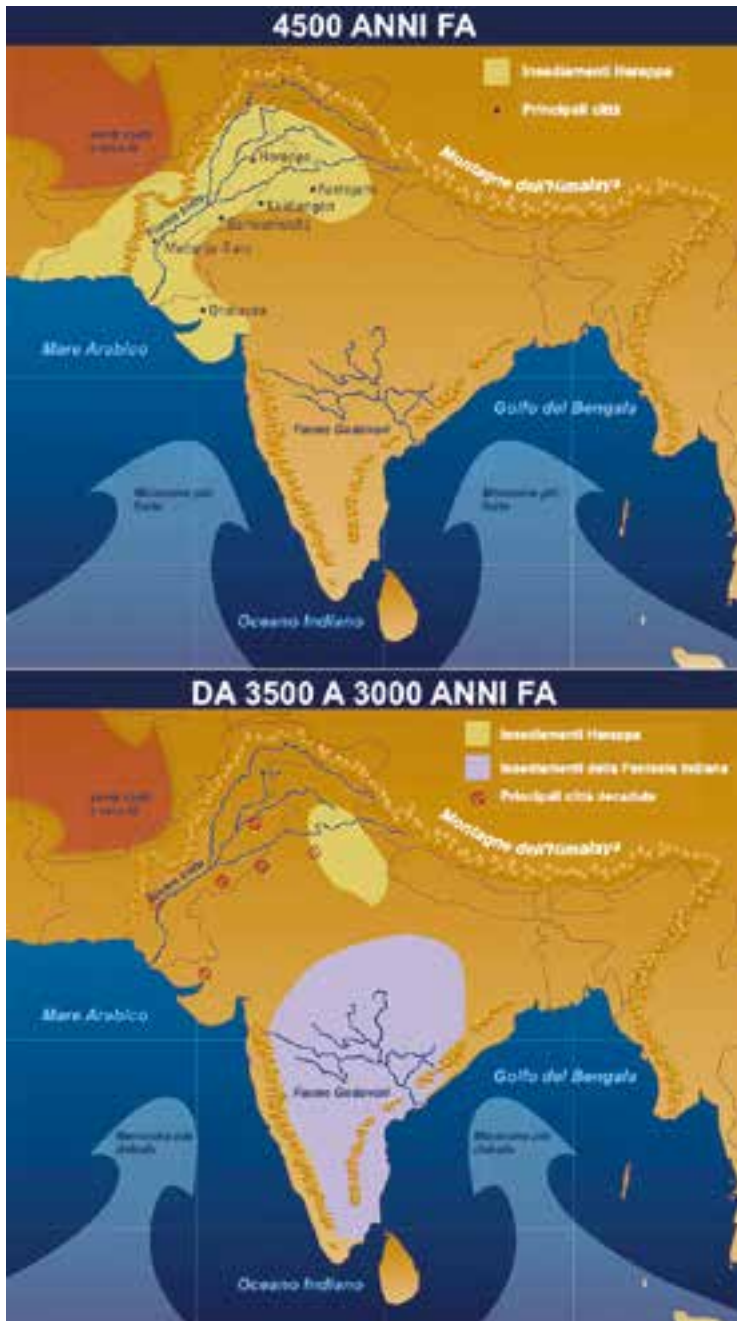


Figura 7 Mappa del subcontinente indiano 4500 anni fa (in alto) e da 3500 a 3000 anni fa (in basso). (Illustrazione adattata dall'originale di Amy Caracappa-Qubeck, Woods Hole Oceanographic Institution, <https://www.whoi.edu/oceanus/feature/LiviuIndia/>)

datazioni dei sedimenti hanno permesso di scoprire che 4100 anni fa i monsoni estivi, fonte di benessere, subirono un declino fino a non presentarsi del tutto. Per circa 200 anni la regione di Harappa non vide una goccia di pioggia, e questo determinò una catastrofe (Figura 7). L'indebolirsi dei monsoni fece diminuire fortemente la produttività dell'agricoltura e gli abitanti abbandonarono le città delle piane alluvionali per trasferirsi alle pendici dell'Himalaya. Il Nordest della penisola indiana divenne più arido e assai meno lussureggiante, spingendo la popolazione a insediarsi in una zona diversa.

È accaduto più o meno lo stesso in Cina, in Egitto e in Mesopotamia, dove civiltà che ben conosciamo sparirono tra le sabbie di un deserto in avanzata inesorabile. Dove prima c'era una terra fertile, verde e ricca, sabbia e sole implacabile cominciarono a farla da padroni. Gli accadici del re Sargon (4300 anni fa) governavano su un impero che si estendeva dalle sorgenti di Tigri ed Eufrate fino al Golfo Persico con città-stato ricchissime e prospere. L'esempio che si fa comunemente è quello della città di Tell Leilan che, dopo circa 100 anni di prosperità, dovette essere abbandonata davanti all'avanzare delle sabbie. Gli storici pensarono a molte cause possibili per questo disastro epocale, inclusa la sovrappopolazione, ma ricerche recenti hanno dimostrato che la zona fu colpita da forti tempeste di sabbia per circa 300 anni e il luogo si trasformò in una landa inabitabile.

Eccoci, quindi, alla domanda che sarà ricorrente nel corso di tutto questo libro. Che cosa sarebbe successo se i cambiamenti climatici non fossero mai accaduti? La storia dell'umanità sarebbe stata, probabilmente, molto diversa, non credete? Inoltre, se pensiamo che i cambiamenti climatici dei giorni nostri siano senza precedenti, sembra proprio che non abbiamo esattamente chiaro ciò che la storia abbia in serbo per noi.

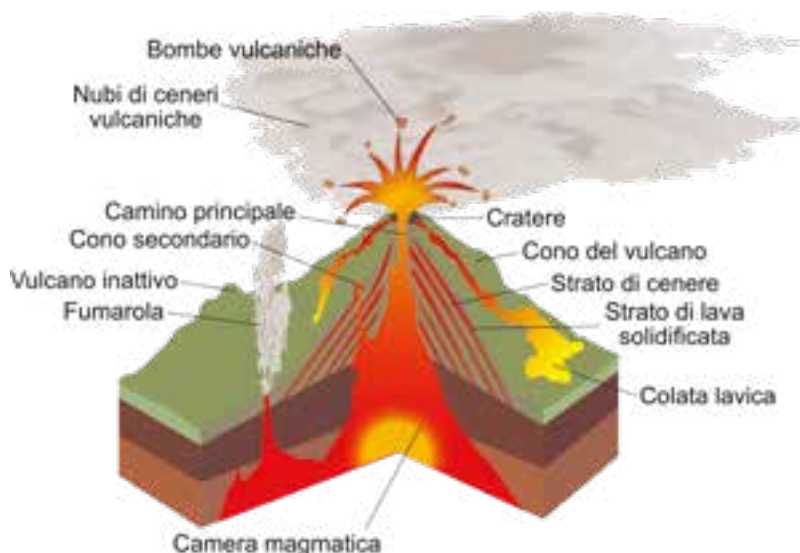


Figura 8 Struttura schematica di un vulcano in eruzione.

Le eruzioni vulcaniche

Che cosa c'entrano i vulcani con il clima, o meglio, perché le eruzioni catastrofiche dei vulcani hanno potenti ripercussioni sulla storia dell'umanità e della Terra in generale?

La prima domanda è: che cos'è esattamente un'eruzione vulcanica? Un'eruzione vulcanica è un fenomeno che prevede la fuoriuscita sulla superficie terrestre, in maniera più o meno esplosiva, di magma (una volta eruttato il magma diventa lava) e altri materiali gassosi provenienti dal mantello o dalla crosta terrestre (Figura 8). Un'eruzione si può classificare in base al grado di violenza secondo una scala definita «indice di esplosività vulcanica». Non entreremo nei dettagli del fenomeno vulcanico, ma risulta subito evidente che i vulcani emettono in atmosfera molto materiale, che poi rimane per diverso tempo

TIPI DI EDIFICI VULCANICI E CARATTERISTICHE ERUTTIVE

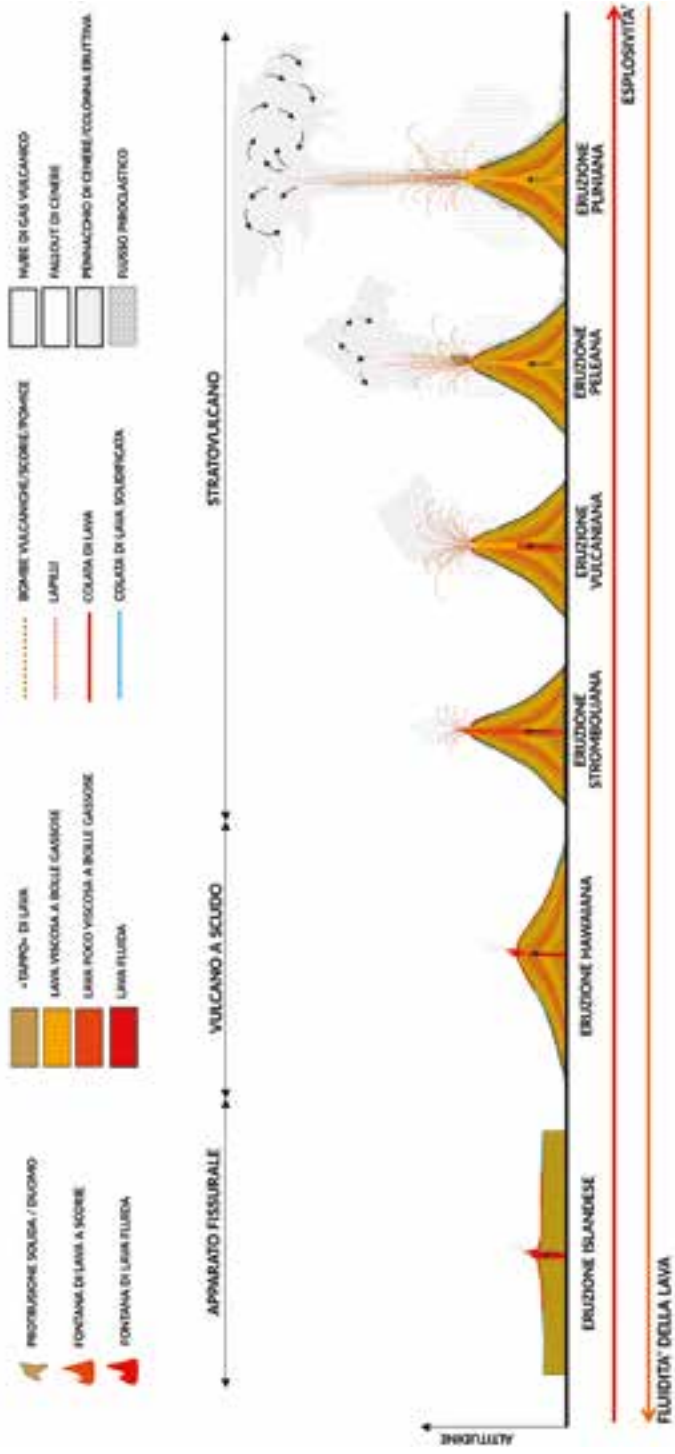


Figura 9 Tipi di eruzione in relazione alla struttura del cono vulcanico e all'esplosività.

sospeso e viene trasportato dalle correnti atmosferiche d'alta quota in un viaggio intorno al mondo.

Dobbiamo ricordare, infatti, che, senza le eruzioni vulcaniche, non esisterebbe neppure l'atmosfera terrestre (e anche oceani e montagne) con i suoi gas tanto necessari alla vita. I primi vulcani hanno emesso enormi quantità di lava, gas e vapori che hanno formato l'atmosfera primitiva della Terra. Ciò ha provocato la formazione di una sorta di «ombrello» di gas e polveri che ha contribuito ad abbassare la temperatura del pianeta. Quando la temperatura della Terra è diminuita, il vapore acqueo è condensato e attraverso la pioggia ha formato l'idrosfera terrestre: queste sono le basi per la nascita della vita sulla Terra. Grazie all'azione dei vari organismi viventi (batteri, piante e animali) l'atmosfera si è arricchita di alcuni gas fino al costituirsi della composizione odierna.

Tutto chiaro, finora. Tuttavia, ragioniamo: se i vulcani hanno determinato la formazione dell'atmosfera primordiale, le eruzioni vulcaniche nei millenni successivi e anche quelle moderne non esercitano nessuna influenza percepibile? Ovviamente è vero il contrario. I vulcani continuano a svolgere la loro funzione (mentre scrivo, l'Etna in Sicilia sta eruttando in maniera piuttosto violenta) e immettono continuamente gas, ceneri e altre particelle nell'atmosfera terrestre.

Eccoci allora giunti al nodo che intendevamo sciogliere. I vulcani hanno cambiato in modo molto evidente la storia, sono stati degli agenti primari di cambiamento e di distruzione. Molte eruzioni hanno provocato nel tempo morte e distruzione, ma a noi interessano soprattutto quelle che hanno influenze sul clima della Terra e sull'evoluzione delle civiltà. Facciamo qualche esempio.

La prima eruzione catastrofica di cui si ha memoria storica è quella avvenuta nell'isola greca di Santorini (in greco antico



Figura 10 L'isola greca di Santorini con la caldera invasa dal mare vista dal satellite EOS della NASA.

Θήρα, *Thera*), nel Mar Egeo, nella metà del secondo millennio a.C. L'esplosione «pliniana» del vulcano (Figura 9) provocò lo sprofondamento di una parte dell'isola e la formazione di una grande caldera (Figura 10), ora invasa dal mare. Forse questa eruzione e i maremoti a essa collegati accelerarono la decadenza della civiltà minoica, sulla vicina isola di Creta, come già notato in precedenza. L'eruzione devastò, oltre a Santorini, l'insediamento minoico di Akrotiri e si ipotizza che quest'ulti-

mo fatto abbia fornito l'ispirazione a Platone per la narrazione del mito di Atlantide. Essa ebbe un impatto molto forte anche sulla storia egiziana, ma l'evidenza chiarissima delle implicazioni climatiche emerge addirittura dal collasso della dinastia Xia in Cina. Gli *Annali del Bambù* (circa 296 a.C.) situano il collasso della dinastia Xia e l'avvento della successiva dinastia Shang approssimativamente al 1618 a.C., descrivendolo come accompagnato da «nebbia gialla, un fioco sole, dunque tre soli, ghiaccio a luglio, carestia e l'inaridimento di tutti e cinque i cereali». Le ceneri vulcaniche avevano compiuto il periplo completo attorno alla Terra, non ci sono molti dubbi.

L'eruzione esplosiva del Vesuvio del 79 d.C. seppellì Pompei sotto 8 metri di ceneri incandescenti ed Ercolano sotto un'enorme colata di fango dello spessore di 20 metri, dovuta alle intense piogge di quei giorni. Un collegamento con la meteorologia è doveroso, nonché evidente. La ricostruzione della storia di questa catastrofe si deve alle lettere scritte da Plinio il Giovane (da cui eruzione «pliniana») allo storico Tacito, che gli chiedeva notizie sulla morte dello zio e padre adottivo Plinio il Vecchio, avvenuta durante l'eruzione. Plinio il Vecchio, infatti, era a capo della flotta romana di stanza a Capo Miseno e non fu in grado di

Figura 11 Plinio il Vecchio, *Naturalis Historia*, edizione di Melchiorre Sessa e Pietro Ravani, Venezia 1525.



lasciare il porto della città nel corso dell'eruzione. Morì per le esalazioni del vulcano. Egli è l'autore della *Naturalis Historia* (Figura 11), una vasta enciclopedia – termine coniato in greco dallo stesso Plinio, ἐγκύκλιος παιδεία (*enkýklios paidéia*), letteralmente «istruzione circolare», ossia completa –, che tratta di astronomia, geografia, antropologia, zoologia, botanica, materiali, medicina, metallurgia, mineralogia e arte. L'opera, letta e studiata specialmente nel Medioevo e nel Rinascimento, rappresenta un documento fondamentale delle conoscenze scientifiche dell'antichità.

Le meraviglie che oggi ammiriamo visitando gli scavi di Pompei ed Ercolano purtroppo non sono altro che le vestigia conservate sotto la cenere e il magma solidificato di una civiltà assai fiorente, che finì sotto i colpi dell'eruzione e delle sue conseguenze meteorologiche. Il Vesuvio eruttò anche in anni più vicini a noi, nel 1631, provocando la morte di circa 18 000 persone.

Forti anomalie climatiche si verificarono intorno al 535-536 d.C., soprattutto nell'emisfero nord, e portarono nel breve termine a una drastica diminuzione della temperatura. L'opinione più accreditata tra gli studiosi è che questi eventi siano stati causati da una grande eruzione vulcanica in Indonesia oppure in Islanda, ma per altri ricercatori queste eruzioni avvennero in diverse parti del mondo. Comunque sia, nel 536 una diffusa «nebbia» oscurò i cieli di Europa, Medio Oriente e parte dell'Asia per ben 18 mesi, sconvolgendo il clima e provocando pessimi raccolti con conseguenti carestie. Questa nebbia altro non era che pulviscolo emesso in atmosfera dalle eruzioni. Evidenze documentali si hanno nella *Istoria delle guerre vandaliche* (537 d.C.) dello storico bizantino Procopio di Cesarea e nell'epistola 25 delle *Variae* (533-538 d.C.) di Cassiodoro. Carotaggi dei ghiacciai di Groenlandia e Antartide evidenziano depositi

anomali di solfati databili tra il 532 e il 536 d.C., che dimostrano la presenza di una vasta coltre di polveri acide, tipica dei fenomeni vulcanici. Le eruzioni di questo periodo contribuirono all'instaurarsi della cosiddetta «Piccola Era Glaciale Tardoantica» (si veda anche la Figura 16). Le conseguenze storiche delle carestie furono le migrazioni di alcune popolazioni scandinave, con notevoli effetti sulla loro organizzazione politico-militare, come per esempio sembra sia successo ai vichinghi.

In Indonesia, nel corso del XIX secolo, avvennero due delle eruzioni più violente registrate in epoca storica. La prima, quella del vulcano Tambora, si stima che durante tre mesi di eruzione, produsse una quantità enorme di cenere, determinando cambiamenti climatici su tutta la Terra. La leggera cenere vulcanica fu trascinata in sospensione dai venti della stratosfera terrestre fino a fare più volte il giro del globo, rendendo l'atmosfera assai poco trasparente alla radiazione solare. Come conseguenza, in Europa mancò una vera estate per circa due anni (il cosiddetto «anno senza estate» che vedremo in seguito) e i danni all'agricoltura furono enormi. Nel 1883, sempre in Indonesia, fu la volta del vulcano Krakatoa: l'esplosione, percepita anche a 5000 chilometri di distanza, distrusse due terzi dell'isola, lasciando una depressione di circa 300 metri, sommersa dal mare. Sulla vicina isola di Giava molte decine di migliaia di persone morirono a causa dello tsunami generato dall'esplosione.

Siamo in arrivo ai nostri giorni. Nel 1982 il vulcano El Chichón, noto anche come Chichonal, situato nello stato del Chiapas in Messico, eruttò in poco meno di una settimana con tre eruzioni pliniane (29 marzo, 3 e 4 aprile). Le eruzioni immisero una notevole quantità di anidride solforosa e particolato nell'atmosfera. Me lo ricordo perfettamente perché all'epoca lavoravo alla University of California, Los Angeles (UCLA), e i tramonti erano di un colore decisamente inusuale dall'indaco,

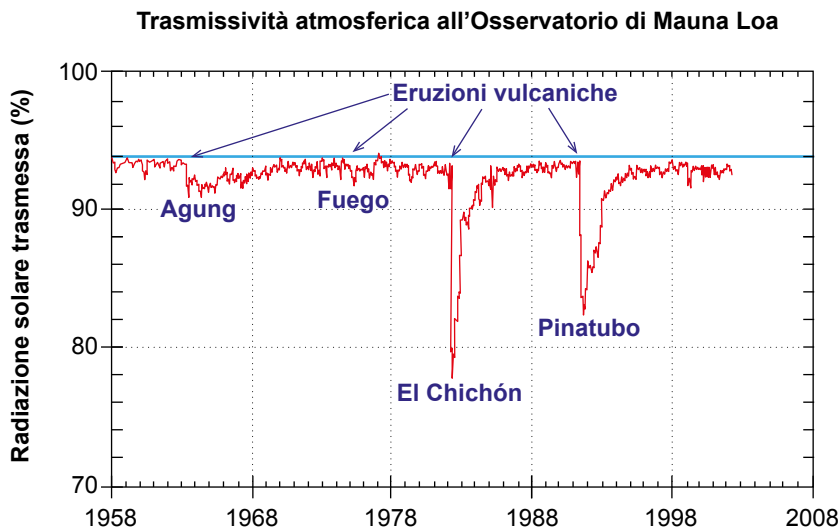


Figura 12 Trasmissività atmosferica misurata all'Osservatorio di Mauna Loa sulle isole Hawaii. Sono evidenti le riduzioni dovute all'immissione in atmosfera degli aerosol da parte delle maggiori eruzioni vulcaniche.

al violetto e anche un arancione acceso: erano le polveri che stavano facendo il giro del mondo ad alta quota. Lo schermo alla radiazione solare fu molto accentuato, con un impatto sul clima del tutto evidente.

Infine, un'eruzione ancora più esplosiva fu quella del vulcano Pinatubo, nelle Filippine, che eruttò nel 1991 dopo un'inattività di circa 600 anni. L'eruzione provocò l'emissione di una enorme nube ardente. L'eruzione vulcanica venne prevista dai vulcanologi, che fecero evacuare circa 200 000 persone; nonostante ciò, 900 persone morirono. I vapori di zolfo immessi nell'atmosfera sono rimasti in sospensione attorno alla Terra per circa 21 giorni, riducendo gli effetti della radiazione solare.

Comprendiamo, quindi, come i vulcani siano determinanti per la storia dell'uomo, ma non solo per gli effetti immediati delle loro eruzioni (emissione di detriti e lapilli, colate di lava,

fango, frammenti rocciosi ecc.), ma anche per il collegamento che si stabilisce con la meteorologia (modificazione dei regimi delle piogge, per esempio) o con il bilancio di radiazione della Terra. In particolare, è quest'ultima l'influenza più importante sul clima di medio periodo. In Figura 12 vediamo infatti come le eruzioni di El Chichón e del Pinatubo (la prima meno esplosiva della seconda, ma maggiormente impattante in termini di emissioni di aerosol) abbiano abbassato significativamente la trasmissione della radiazione solare attraverso l'atmosfera terrestre: questo comporta un'alterazione della temperatura molto forte. Sono indicati anche i contributi delle eruzioni meno significative del vulcano Agung in Indonesia (1963) e del Fuego in Guatemala (1974). Le eruzioni di El Chichón e del Pinatubo ci dimostrano come dalle eruzioni alle influenze sulla storia il passo sia veramente breve.

La caduta dell'Impero romano

Fino a questo punto abbiamo parlato di civiltà al di fuori dell'Europa e di eventi catastrofici naturali, ma forse non abbiamo ancora del tutto la percezione di quanto il clima abbia influenzato gli esseri umani. Veniamo più vicini a noi e parliamo dei nostri antenati in modo da essere, se possibile, anche più chiari.

Abbiamo tutti imparato sui banchi di scuola che l'Impero romano ha raggiunto il proprio apogeo intorno al I secolo a.C. e che ha visto la propria completa disfatta nel VII secolo d.C. Siamo abituati a considerare la caduta dell'Impero romano come una conseguenza delle colpe suddivise più o meno equamente tra imperatori, generali e invasori barbari. Questa, però, è una lettura storica non esattamente rispondente alla realtà. Per meglio dire, le colpe ascrivibili a questi fattori sono innega-



Figura 13 L'Impero romano (rosso) e gli stati vassalli (rosa) nel 117 d.C., durante il regno dell'imperatore Traiano. Mappa: Tataryn.





Figura 14 Anfiteatro della città romana di Thysdrus, ora El Djem in Tunisia, del III secolo a.C. La città fu costruita dai romani su un preesistente insediamento punico e prosperò specialmente nel II secolo a.C. L'anfiteatro poteva ospitare fino a 35 000 spettatori ed era dunque il più vasto dell'impero dopo il Colosseo a Roma: la sua circonferenza esterna è di 427 metri, soltanto 100 metri inferiore a quella del Colosseo. Foto: D.G. Jarvis.

bili, ma non è tutto. C'entrano anche eventi naturali che hanno giocato un ruolo determinante nell'alterare il clima dell'epoca, contribuendo alla caduta di un impero che sembrava indistruttibile e invincibile.

Se si esamina la storia climatica del millennio che va dal 200 a.C. al 700 d.C. circa, vediamo che esso è caratterizzato da un *optimum* climatico (cioè un periodo essenzialmente caldo) dal 200 a.C. a circa il 150 d.C. Questo *optimum* è seguito da quella che viene definita la «Transizione Tardoromana» (150-450 d.C.) per poi passare alla Piccola Era Glaciale Tardoantica (450-700 d.C.). Ecco che, allora, le cose cambiano aspetto e bisogna fare una serie di considerazioni climatiche.

Nell'*optimum* climatico romano, certamente l'epoca più

felice, il clima era mite e caldo. Figuriamoci che Teofrasto scriveva che le palme da dattero potevano crescere anche in Grecia, magari senza dare frutti, ma si trovavano bene sull'Egeo. Plinio riporta che i faggi, normalmente caratteristici delle pianure, crescevano anche sui monti. Addirittura, l'area del Mediterraneo era connotata da un clima tanto mite da rendere possibile, come vedremo più avanti, il passaggio delle Alpi da parte di Annibale con elefanti al seguito (circa 218 a.C.). Insomma, si tratta di un'epoca di grande espansione (Figura 13). Le spedizioni militari furono infatti supportate da queste favorevoli condizioni climatiche portando alle conquiste a nord delle Alpi, in Gallia, Britannia e Germania.

Tutto ciò fu favorito, secondo le analisi paleoclimatologiche (anelli degli alberi, carote nei ghiacciai, sedimenti e altro ancora), da temperature più alte di 1.5-2°C rispetto alle epoche precedenti e a quelle immediatamente seguenti. Fu, in altre parole, il periodo più caldo degli ultimi 2000 anni. A Roma le piogge erano abbondanti, con piene del Tevere in marzo e agosto. L'agricoltura si sviluppò moltissimo con abbondanza di raccolti e grande estensione di aree coltivabili. Un esempio illuminante è la costa del Nord Africa, dove ora il deserto è arrivato quasi al mare. In quel periodo, invece, la zona era fertilissima e molto popolata: basti guardare l'anfiteatro dell'attuale El Djem in Tunisia (Figura 14) che poco ha da invidiare al Colosseo di Roma, per capire che ci troviamo di fronte a una civiltà fiorente e potenzialmente in espansione.

Che cosa accadde in seguito a questa era di splendore imperiale per arrivare alla caduta che sappiamo avvenne? Dalla metà del II secolo d.C. sicuramente iniziò una fase climatica che abbiamo definito «Transizione Tardoromana», dal 150 al 450 d.C. Essa è caratterizzata da una diminuzione progressiva della temperatura fino a circa -4.5°C, che si è conclusa soltanto con

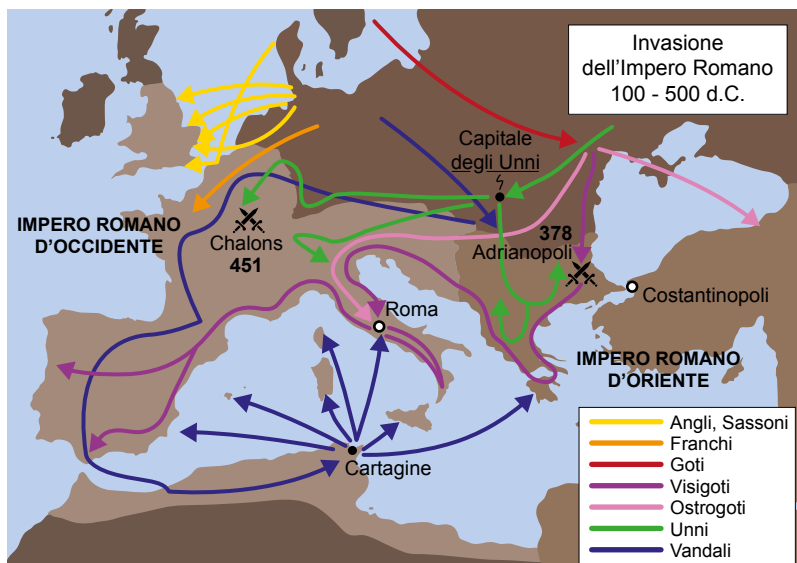


Figura 15 Mappa delle invasioni barbariche dal 100 al 500 d.C., con l'indicazione delle battaglie di Adrianopoli e di Chalons (Campi Catalaunici).

la Piccola Era Glaciale (di cui parleremo in modo più dettagliato più avanti). L'impero, sottoposto a temperature più rigide, ha avuto dinanzi a sé diverse sfide molto difficili da superare. In primo luogo, il freddo e la siccità influirono sui raccolti agricoli, provocando carestie e conseguente mancanza di cibo per la popolazione. Virus e batteri sconosciuti fino a quel periodo furono favoriti nella loro libera circolazione dando origine a pestilenze ed epidemie.

Da ultimo, ma non in ordine di importanza, il raffreddamento climatico del Nord Europa provocò migrazioni delle popolazioni del Nord, i cosiddetti «barbari», verso i confini dell'impero (Figura 15).

In maggiore dettaglio, tra il 350 e il 450 d.C., piovve circa il doppio della media. Successivamente tra il 450 e il 600, arrivarono il freddo intenso e la siccità con le temperature estive in Euro-

pa in calo di circa 3°C. Le conseguenze furono carestie e magri raccolti, ma anche violente epidemie – di cui si era già avuto un assaggio con la cosiddetta «peste Antonina» negli anni 165/180 d.C. – che decimarono la popolazione dell'impero.

Tutto ciò contribuì a portare i barbari alle porte di Roma. Gli unni lasciarono le pianure dell'Asia centrale e comparvero sul Mar Nero, dove assoggettarono gli ostrogoti (goti orientali). A loro volta i visigoti (goti occidentali), non accettando il dominio degli unni, varcarono il Danubio stabilendosi in territorio romano. Questo innescò una inevitabile conflittualità che si sarebbe trascinata nel tempo culminando nella battaglia di Adrianopoli del 378 d.C. In conseguenza, altre popolazioni vennero spinte a forzare il *limes* (confine) portando l'attacco al cuore dell'impero, che culminerà nel saccheggio di Roma a opera dei visigoti di Alarico nel 410 d.C.

Roma passa in pochi secoli da una popolazione di un milione di abitanti a poco più di 20 000. La popolazione del Mediterraneo, da 75 milioni di individui, si riduce a poco più della metà. Suona familiare rispetto a ciò che sta succedendo o succederà ai giorni nostri?

E la riconquista di Giustiniano? Impossibile da tralasciare, anche perché è caratterizzata da un'appendice climatica non da poco. Giustiniano, salito al potere nel 527 d.C., voleva ricostruire l'impero, e in un primo momento ci riuscì. Le truppe di Bisanzio, guidate da Belisario, sconfissero i vandali e riconquistarono il Nord Africa puntando all'Italia. Tuttavia, il clima è intervenuto anche in questa occasione. Procopio di Cesarea riporta che nell'anno 536 d.C. il sole non riscalda come dovrebbe, sembra avere perso la sua forza. Come già notato in precedenza, grandi quantità di zolfo misurate nei carotaggi dei ghiacciai in corrispondenza degli anni 536, 540 e 547 d.C. dimostrano fenomeni eruttivi vulcanici in questo perio-

do. La caldera di Rabaul, in Papua Nuova Guinea, potrebbe aver generato un evento esplosivo addirittura più impattante dell'eruzione del vulcano Tambora (il cosiddetto «anno senza estate» del 1816 di cui abbiamo già parlato in precedenza). Altre ipotesi tendono a evidenziare eventi vulcanici collocabili in Islanda. La cenere vulcanica ha fermato i bizantini nella loro corsa alla riconquista di Roma? Non è chiaro, ma certamente la riconquista fu di breve durata e comunque effimera. Arrivarono i longobardi e le cose cambiarono totalmente, spingendo l'Impero romano fuori dalla scena della storia.

La domanda è comunque ancora in sospeso, poiché non è detto che questi eventi abbiano influito in maniera così determinante sulla caduta dell'impero. Alcuni studiosi sono inclini ad accogliere questa ipotesi sulla base di evidenze osservative di paleoclimatologia, ma altri sono più cauti e non sono convinti che i barbari abbiano effettivamente premuto sui confini per queste ragioni. Il dibattito è aperto, ma francamente sembra difficile che invasioni così imponenti e provenienti da nord siano accadute senza la presenza di ragioni che hanno spinto le popolazioni a cambiare luogo e vita. Stiamo parlando, in buona sostanza, di vere e proprie migrazioni, per violente che siano. Inoltre, il clima è sempre stato il grande assente dai libri di storia antica (anche moderna, spesso), ma non è inverosimile che la sua azione sugli eventi storici sia stata assai rilevante.

La Piccola Era Glaciale

Che cosa successe dopo la caduta dell'Impero romano? Il clima continuò a cambiare?

Deduciamo dalla Figura 16 che le cose rimasero abbastanza stazionarie in termini di cambiamento globale di temperatura

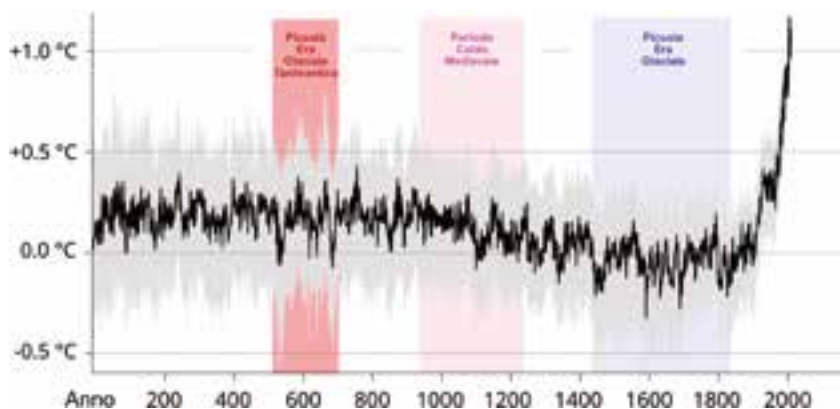


Figura 16 Grafico di oltre 2000 anni del cambiamento medio della temperatura su scala globale che include la Piccola Era Glaciale Tardoantica, il Periodo Caldo Medievale e la Piccola Era Glaciale. Il periodo di riferimento è 1850-1900. Da dati di Ed Hawkins.

fino al periodo tra il VI e il VII secolo d.C. In questo arco temporale si verificarono diminuzioni di breve durata della temperatura globale, causate presumibilmente da eruzioni vulcaniche ripetute. Il cosiddetto «inverno vulcanico» del 536 d.C. provocò, sembra, diminuzioni della temperatura fino a 2°C influenzando probabilmente l'invasione degli slavi. Non si sa bene quali vulcani abbiano contribuito a questo fenomeno, ma candidati possibili sono il Tavurvur in Papua Nuova Guinea, l'Ilopango in El Salvador e il Krakatoa in Indonesia. Altra possibilità potrebbe essere identificabile in un impatto di un frammento cometario con l'atmosfera terrestre, ma sembra meno probabile perché non sono stati rinvenuti crateri da impatto databili a tale periodo.

A questo punto avrete capito il meccanismo. A un periodo relativamente caldo ne segue uno relativamente freddo, più o meno, ma la durata non è mai omogenea. La climatologia ci informa che dal IX al XIV secolo d.C. si verificò il cosiddetto «Periodo Caldo Medievale». Se guardiamo bene il grafico in Figura 16, però, vediamo che questo periodo non fu molto più caldo

delle epoche precedenti, anzi. La variazione avvenne tra il x e il xiii secolo, ma studi recenti hanno rivelato che la temperatura medioevale era inferiore a quella attuale, in accordo con i modelli climatici. Quindi le temperature medioevali erano probabilmente più basse di quanto si pensasse in precedenza.

Ed eccoci arrivati a un periodo in cui il clima provocò forti mutamenti nella storia dell'umanità. Stiamo entrando nella Piccola Era Glaciale che tanto «piccola» proprio non fu: durò all'incirca dal xvi al xix secolo. Non si parla di una vera e propria era geologica, ma fu comunque un lunghissimo periodo di tempo. Dal 1300 i ghiacciai cominciarono ad avanzare, dopo essersi ritirati o addirittura essere scomparsi nel periodo precedente, e alcuni nuovi presero a formarsi. In un primo tempo si credette che la Piccola Era Glaciale fosse un fenomeno globale, ma ora si nutrono fondati dubbi su questa ipotesi e la si considera più come un fenomeno prettamente europeo. L'estensione dei ghiacciai arrivò al suo massimo intorno al 1850, quando le temperature ripresero ad aumentare causando una nuova riduzione della massa dei ghiacci.

Durante questo periodo la situazione era molto diversa dall'epoca attuale. Facciamo una serie di esempi per comprendere meglio. Gli inverni furono più freddi in molte parti dell'Europa e del Nord America, con i ghiacciai delle Alpi svizzere che avanzarono gradualmente inglobando alcune fattorie e distruggendo interi villaggi. Canali e fiumi in Gran Bretagna e Paesi Bassi sotto l'azione di bassissime temperature ghiacciarono completamente, consentendo di poter pattinare su fiumi e laghi ghiacciati e tenervi delle fiere, come successe sul Tamigi a Londra (Figura 17). La prima Thames Frost Fair ebbe luogo nel 1608, mentre l'ultima nel 1814.

Chi non ha mai visto almeno una volta la scena invernale dei *Cacciatori sotto la neve* (1565) di Pieter Bruegel il Vecchio?



Figura 17 Thames Frost Fair sul fiume ghiacciato vicino alle Temple Stairs (1683-1684). T. Wyke.

La scena raffigura il ritorno dei cacciatori al villaggio dopo una battuta di caccia (Figura 18). Il paesaggio è completamente innevato, ma il freddo è molto intenso perché la gente pattina sui laghetti e sul fiume. Il cielo è livido e annuncia altra neve, gli alberi sono spogli e i corvi vagano in cerca di cibo. Anche i cani dei cacciatori, capo e coda bassa, sembrano non farsi ragione di un freddo così intenso.

Molti altri pittori si cimentarono nella documentazione di questa epoca climaticamente difficile. Tra gli altri ricordiamo



Figura 18 Pieter Bruegel il Vecchio, *Cacciatori sotto la neve*, 1565, Kunsthistorisches Museum, Vienna.



Figura 19 Gabriele Bella (attr.), *Laguna gelata*, 1709, Pinacoteca Querini Stampalia, Venezia.

Pieter Bruegel il Giovane (1564-1638), Hendrick Avercamp (1585-1634), Gabriele Bella (1730-1799, Figura 19), Henry Raeburn (1756-1823, *Il reverendo Walker che pattina a Duddingston Loch*, 1790, Figura 20) e tanti altri.

Quali furono le cause di questa lunga e notevole diminu-



Figura 20 Henry Raeburn (1756-1823), *Il Reverendo Robert Walker che pattina sul Duddingston Loch* (*The Skating Minister*), anni novanta del XVIII secolo, National Galleries of Scotland, Edimburgo.

zione della temperatura? Non esistono certezze e prove incontrovertibili, ma una serie di ipotesi abbastanza plausibili. La prima riguarda la diminuita attività solare resa evidente dalla scarsa quantità di macchie solari nel periodo tra il 1645 e il 1715, con alcuni anni completamente privi di macchie. Questo intervallo di bassa attività solare è conosciuto come «minimo di Maunder» (dagli scopritori Edward Walter Maunder e Annie Russell Maunder) ed è sovrapponibile al periodo più rigido della Piccola Era Glaciale.

Il vulcanesimo, a sua volta, contribuì notevolmente. L'eruzione, nel 1257, del vulcano Samalas in Indonesia potrebbe aver concorso (assieme ad altre tre eruzioni più piccole, e non ancora identificate, intorno al 1268, 1275 e 1284) all'innescarsi di tale raffreddamento. Due secoli dopo, nel 1452-1453, la grande eruzione del Kuwae a Vanuatu potrebbe essere stata una concausa determinante del persistere delle basse temperature. Altri vulcani che furono in eruzione durante la Piccola Era Glaciale sono il Billy Mitchell (Papua Nuova Guinea) nel 1580, il Monte Parker (Filippine) nel 1641, il Long Island (Papua Nuova Guinea) nel 1660 e l'Huaynaputina (Perù) nel 1600. Non possiamo infine dimenticare l'eruzione del Krakatoa (Indonesia) del 1883 e prima ancora, nel 1815, l'eruzione del vulcano Tambora sull'isola di Sumbawa in Indonesia, che abbiamo già incontrato, preceduta da eruzioni nei Caraibi e nelle Filippine.

Questi vulcani iniettarono in atmosfera quantitativi esorbitanti di ceneri, tanto da determinare il sopracitato «anno senza estate». Le temperature furono da 2 a 3 °C sotto la media climatologica del periodo (Figura 21).

In quel periodo era attivo un artista che lasciò una profonda traccia nella storia dell'arte (e nella meteorologia) per la sua attenzione ai cieli e all'atmosfera. È grazie a lui, William Turner,

che abbiamo contezza dei cieli di un rosso acceso al tramonto che non sono un vezzo cromatico del pittore, ma sono esistiti davvero. Turner non fece altro che registrare nelle sue opere i colori di quei cieli che più tardi avremmo attribuito alla presenza delle particelle di origine vulcanica nella stratosfera terrestre. Infatti, una frase famosa attribuitagli recita: «Dipingo quello che vedo, non quello che so». E continuò a farlo per tutta la sua vita. Vediamo in Figura 22 un esempio di tramonto dagli accesi toni di rosso dipinto, nel 1833, dopo l'eruzione del Babuyan del 1831.

Terza e ultima concausa potrebbe essere riscontrabile nel rallentamento della circolazione termoalina dell'Oceano Atlantico, che parrebbe avere influenzato l'andamento della Corrente del Golfo, portando al raffreddamento in Nord Europa.

Dobbiamo ricordare che in questo arco temporale la scien-

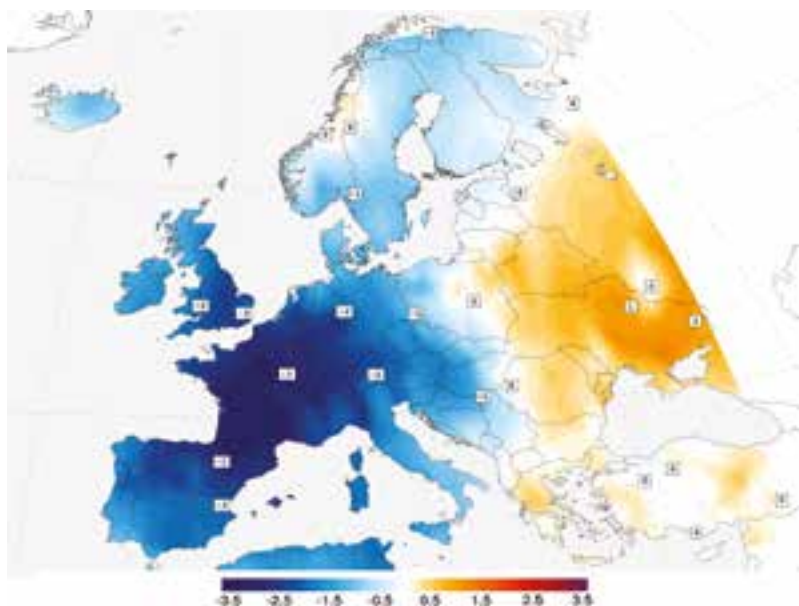


Figura 21 Anomalie di temperature estive (°C) del 1816 rispetto alla media climatica del 1971-2000. Da Luterbacher *et al.* 2004.

za non aveva ancora iniziato a identificare nella natura e nei suoi mutamenti la causa di quanto succedeva in atmosfera e nell'ambiente. Quindi possiamo facilmente comprendere che la situazione precipitò.

Innanzitutto, occorre trovare un capro espiatorio per queste situazioni anomale. Infatti, a chi si poteva attribuire la colpa per il freddo, le siccità, la moria del bestiame, la diffusione delle malattie epidemiche e le conseguenti difficoltà economiche? Il malcontento divenne generale in diverse aree del continente europeo. Le autorità misero in atto misure di emergenza, come l'innesto di nuove colture, il ricorso a scorte di grano di emergenza e l'apertura di nuove rotte commerciali. Niente da fare: rapine, omicidi, stupri e molte altre umane calamità presero il sopravvento. Come spesso succede in que-



Figura 22 Joseph Mallord William Turner (1775-1851), *Tramonto*, 1833, Tate Britain, Londra.

sti casi, l'accanimento si rivolse a specifiche minoranze etniche e religiose. Ricorderemo, tra queste, la caccia alle streghe, soprattutto in ambito protestante. La prima caccia sistematica alle streghe iniziò nel 1430, mentre si diffuse dal 1480 l'opinione secondo cui quella categoria di persone si dovesse ritenere responsabile del maltempo e della crisi. Il numero di processi per stregoneria crebbe con il diminuire delle temperature. Durante la Piccola Era Glaciale anche l'antisemitismo, già vivo sotto la cenere, esplose. Gli ebrei vennero ritenuti responsabili della diffusione delle malattie attraverso l'avvelenamento dei pozzi. In Europa occidentale, durante il 1300, le comunità ebraiche subirono omicidi di massa nel tentativo di arrestare la diffusione della peste: veri e propri pogrom. Molti ebrei, per sfuggire alle persecuzioni, furono costretti a emigrare nell'Impero ottomano, entro i confini del Sacro Romano Impero o più specificamente in Italia.

Altri attribuirono la causa della nefasta congiuntura storica a un castigo divino per i peccati degli esseri umani. Comunque, al di là di credenze e superstizioni, l'Europa e le Americhe subirono un forte calo demografico favorito dalla diffusione della peste nera, che potrebbe aver ridotto il numero di abitanti del pianeta da un minimo di 350-375 milioni a un massimo di 475 milioni nel XIV secolo, a seconda delle fonti.

La crisi del XVII secolo in Europa conobbe il crescere di un'instabilità sociale e politica che culminò con eventi drammatici come la guerra dei Trent'anni (1618-1648), scatenata per la successione al trono boemo, ma poi estesa a guerra tra cattolici e protestanti. Quando le ostilità cessarono, alcune aree della Germania si calcola abbiano subito un calo della popolazione del 70 per cento.

Potremmo andare avanti, ma ci fermiamo qui. Capiamo da questo breve excursus come il clima sia responsabile di molti

eventi della storia dell'umanità. Fino a che gli esseri umani non capirono che Dio c'entrava poco con queste calamità e che bisognava essere più resilienti e più attenti nella ricerca delle cause, le cose si deteriorarono in modo tale da sfuggire a ogni controllo. Non si può non pensare alla situazione attuale. È vero che abbiamo la scienza e la tecnologia, ma siamo sicuri che il cambiamento climatico insieme alle epidemie (come la recente epidemia di COVID-19) non siano fattori che possano scatenare di nuovo una caccia a cause fantasiose e scientificamente poco fondate? Speriamo di no, ma la storia è davanti ai nostri occhi e dobbiamo farne tesoro, anche se gli esseri umani imparano molto poco dai propri errori.

2. L'acquazzone che sconfisse Napoleone

Come pioggia e vento hanno determinato
le grandi battaglie

La storia si è spesso fatta attraverso grandi battaglie che hanno visto gli eserciti combattersi all'ultimo sangue e che prevedevano l'impiego di strategie molto sofisticate. Gli strateghi militari hanno prodotto celeberrimi trattati sull'argomento. Si pensi, per esempio, all'*Arte della guerra* di Sun Tzu e al trattato *Della guerra* di Carl von Clausewitz. Questi libri sono così famosi che sono conosciuti anche al di fuori della ristretta cerchia dei militari che li studiano nelle accademie di tutto il mondo. La guerra, infatti, è strategia e chi sbaglia strategia va molto spesso incontro alla disfatta. È opportuno chiedersi, tuttavia, se vi sia una parte di responsabilità per le sconfitte (o per le vittorie) che non sia ascrivibile ai generali e alle truppe. È possibile rintracciare parte di questa responsabilità nelle variazioni del tempo atmosferico? Cerchiamo di capirci di più e ne vedremo delle belle.

Per mare: la battaglia di Salamina

Iniziamo con uno scontro navale che ha significato molto per la libertà delle città greche assediate dall'Impero achemenide

(meglio conosciuto come Impero persiano). Siamo nel settembre del 480 a.C. ed è in corso la Seconda guerra persiana. È appena trascorsa l'estate che aveva visto un esercito greco di circa settemila uomini marciare verso nord e rallentare l'imponente esercito nemico nello stretto passaggio delle Termopili sotto la guida di Leonida. La sconfitta è stata sanguinosa e ha imposto una ritirata anche alla flotta che stava combattendo a Capo Artemisio sotto la guida di Temistocle, che ha subito parecchie perdite. I persiani hanno invaso la Beozia e sono entrati ad Atene nel frattempo evacuata. La situazione, in sostanza, è molto critica e re Serse I sembra avere davanti a sé una sicura vittoria e la strada aperta per la Grecia centrale. Questo è il quadro che ci si presenta davanti il 23 settembre.

Secondo Erodoto, Serse aveva a disposizione un enorme esercito composto da due milioni di uomini. Studi recenti hanno molto ridimensionato questo numero portandolo a circa duecentomila soldati imbarcati sulla flotta di supporto, costituita da triremi, navi ausiliarie e trasporti. La flotta di invasione era composta da numerose navi persiane, rinforzate dai loro alleati egizi, fenici di Sidone, Tiro e Arade, e greci della Ionia. Gli elleni erano invece in grado di poter schierare circa diecimila opliti di Sparta, circa ottomila da Atene, e un numero minore di soldati provenienti dalle altre città alleate. I greci, però, potevano contare su una potente e meglio addestrata flotta navale, messa insieme dall'ateniese Temistocle, che si rivelò l'arma vincente.

L'esercito ellenico era schierato sull'Istmo di Corinto per difendere strenuamente il Peloponneso. I persiani avrebbero potuto aggirare l'istmo accerchiando in questo modo i greci. Temistocle decise tuttavia di rimanere a Salamina e ingaggiare un combattimento navale nelle acque prospicienti l'isola. Serse di certo capì la manovra, ma sperò ugualmente di rompere la

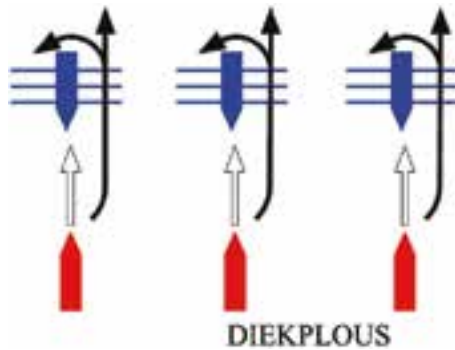


Figura 23 Il *diekplous*, la tattica di battaglia della flotta ellenica (rosso) nei confronti della flotta persiana (blu). Schema di pubblico dominio su web.

compattezza delle forze di Temistocle. Questo era l'errore che lo stratega ateniese attendeva. Perché?

Gli spazi nelle acque di Salamina erano molto limitati e gli specchi d'acqua ristretti non permettevano alle grandi triremi persiane di manovrare agilmente. I greci conoscevano molto bene la meteorologia del loro mare di casa. Erano inoltre addestrati a mettere in atto una strategia di battaglia navale molto veloce e astuta, il *diekplous* (Figura 23), che consisteva nel penetrare velocemente nello spazio tra le navi nemiche per rompere il maggior numero possibile dei loro remi. L'avversario veniva così immobilizzato e le navi greche effettuavano un'inversione di rotta (il *periplo*) per passare all'abbordaggio. Naturalmente era richiesta una grande precisione e un'estrema velocità di esecuzione di manovra, nonché una forte dose di coraggio.

E la meteorologia? La tattica appena descritta richiedeva, tra le altre cose, uno specchio di mare adatto alle necessità e condizioni meteorologiche favorevoli. La formazione persiana si fece attirare nello Stretto di Salamina pensando che i greci si stessero disgregando. Invece, si trovarono di fronte la flotta ellenica con le navi ateniesi a sinistra, quelle spartane a destra, e le altre

navi alleate al centro. I greci attirarono il nemico negli stretti sempre più angusti (lo si vede bene in Figura 24), guadagnando tempo per ottenere il favore del vento del mattino e della marea. Si spiega così quanto sia stata fondamentale la conoscenza delle condizioni meteorologiche! Le triremi greche presero velocità e invertirono velocemente la rotta, attaccando la prima linea delle navi persiane che, sorprese dalla manovra, furono spinte verso la seconda e terza linea, causando la rottura della formazione. Il vento aveva combattuto al fianco dei greci.

Le pesanti navi persiane si trovarono bloccate nelle loro manovre contro le agili navi greche sospinte dal vento. L'ammiraglio persiano Ariabignes, fratello maggiore di Serse, fu ucciso all'inizio dei combattimenti, lasciando gli alleati Fenici senza guida tattica, il che indusse questi ultimi a rompere lo schieramento e a darsi alla fuga. Gli ateniesi si inserirono così

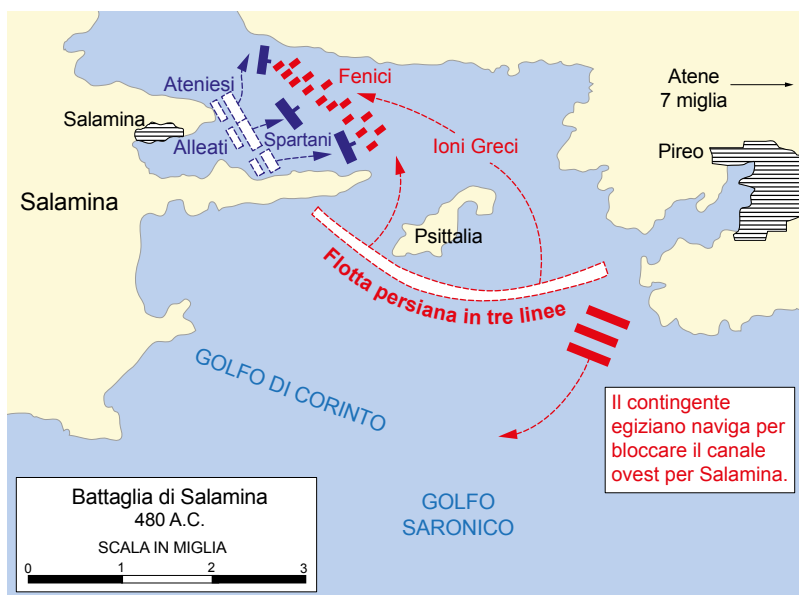


Figura 24 La disposizione in campo delle forze navali durante la battaglia di Salamina.

nella breccia che si era creata e spezzarono in due la flotta di Serse. Seguì la diserzione da parte dei greci ioni alleati dei persiani con la conseguente ritirata della flotta persiana verso la baia del Phalerum, inseguita e colpita dalle triremi greche. La battaglia era vinta e il corso della storia era cambiato anche grazie al vento dell'Egeo che Temistocle, evidentemente, conosceva molto bene. Possiamo quindi sostenere che fu il vento a determinare l'epilogo favorevole per i greci in battaglia? No, furono l'abilità di Temistocle e la sua



Figura 25 Busto in marmo di Temistocle, politico e generale ateniese. Musei Vaticani, Città del Vaticano.

preveggenza: non dimentichiamo che fu grazie a lui che Atene costruì una flotta di cento triremi che si rivelò fondamentale contro Serse I. Plutarco, infatti, riconosce a Temistocle (Figura 25) di essere stato «l'uomo che più di tutti ha contribuito alla salvezza della Grecia» dalla minaccia persiana. A ciò aggiungiamo la scarsa conoscenza dei territori e della loro meteorologia da parte persiana. Tuttavia, il vento ha fatto la sua parte, non ci sono dubbi.

Per terra: la battaglia di Waterloo

Facciamo un lungo salto temporale in avanti nei secoli per occuparci di un'altra famosissima battaglia che avrebbe cambiato

anch'essa le sorti del mondo di allora. Napoleone venne sconfitto a Waterloo, nell'attuale Belgio, e qui terminò la sua parabola di potere una volta per tutte, con il successivo esilio sull'isola di Sant'Elena. Fu una delle più aspre e sanguinose battaglie delle guerre napoleoniche ed ebbe luogo il 18 giugno 1815 durante la guerra fra le truppe francesi di Napoleone Bonaparte e la coalizione fra gli eserciti britannico-olandese-tedesco del duca di Wellington e quello prussiano del feldmaresciallo Gebhard Leberecht von Blücher.

Analizziamo in breve lo svolgimento della battaglia. Innanzitutto, consideriamo che la vittoria della coalizione antinapoleonica non era affatto scontata. Due giorni prima di Waterloo i francesi avevano sconfitto i prussiani nella battaglia di Ligny. Wellington, informato del fatto che von Blücher era riuscito a riorganizzare il suo esercito e sembrava intenzionato a marciare in suo aiuto, decise di rischiare una battaglia contro le forze



Figura 26 Henri Félix Emmanuel Philippoteaux (1815-1884), *La battaglia di Waterloo: i quadrati della fanteria inglese resistono alla carica dei corazzieri francesi*, 1874, Victoria and Albert Museum, Londra.

di Napoleone. I britannici si schierarono in assetto di difesa lungo la scarpata di Mont-Saint-Jean, vicino alla strada per Bruxelles, attendendo l'arrivo dei prussiani. Napoleone sferrò una serie di sanguinosi attacchi contro le linee britanniche a partire dalle ore 11.30 del mattino (Figura 26) e nel tardo pomeriggio sembrò vicino alla vittoria. Il nemico però resistette e i prussiani arrivarono in massa decidendo alla fine le sorti della battaglia. Fin qui le considerazioni tattiche e strategiche sul campo di battaglia. È tutto? Ovviamente la risposta è negativa.

Innanzitutto, com'era il campo di battaglia? Lo vediamo in Figura 27. L'area è abbastanza piatta e uniforme e misura circa 5 chilometri da est a ovest e meno di 2,5 chilometri da nord a sud. Notiamo, però, che una piccola, all'apparenza insignificante, collinetta separa trasversalmente i due eserciti: essa rappresenterà un elemento geografico fondamentale per l'andamento della battaglia. Il luogo, comunque, è relativamente angusto per le manovre di eserciti separati da appena 800 metri, per un totale di centoquarantamila uomini e oltre quattrocento cannoni, a cui si sarebbero aggiunti in seguito i circa quarantottomila soldati di von Blücher. L'area era dedicata all'agricoltura, con coltivazioni di frumento non ancora mietuto (per buona parte già calpestato dalle truppe), alternate a campi di foraggio e priva di ulteriori ostacoli. Anche questa caratteristica morfologica del terreno giocherà un ruolo decisivo.

La situazione chiave si determinò il giorno prima della battaglia. La pioggia cadde abbondante, come spesso succede in questi luoghi nella tarda primavera. Napoleone era molto nervoso durante le ultime ore della notte per il persistere delle condizioni meteo avverse che sembravano rendere difficoltoso l'impiego dell'artiglieria, come ci riporta Blond nel libro *Vivere e morire per Napoleone*. Alcuni ufficiali, infatti, gli avevano fatto presente che sarebbe stato impossibile iniziare la battaglia



Figura 27 Il campo di battaglia di Waterloo visto dalla posizione del duca di Wellington.

al mattino. L'imperatore era comunque intenzionato a combattere e passò il tempo studiando accuratamente le mappe e predisponendo lo schieramento tattico del suo esercito. Alle ore 5.00 del 18 inviò un ordine al maresciallo Soult, capo di stato maggiore, in cui Napoleone ordinava che l'esercito fosse pronto alla battaglia per le ore 9.00. La situazione meteorologica migliorò poco dopo le ore 8.00; la pioggia cessò e il sole iniziò ad asciugare e consolidare il terreno. C'era bisogno di tempo e non ce n'era più di tanto. Gli ufficiali d'artiglieria comunicarono a Napoleone che ritenevano ora possibile manovrare le loro batterie. Infatti l'imperatore, che era stato a sua volta ufficiale d'artiglieria, faceva grande affidamento sull'apporto fondamentale dei suoi cannoni, nettamente più numerosi di quelli dell'avversario, per sbaragliare progressivamente le linee britanniche. Non descriveremo minuziosamente la battaglia per quanto riguarda i dettagli tattici e strategici, per i quali il lettore può rifarsi al libro di Alessandro Barbero *La battaglia. Storia di Waterloo* del 2005. Il nostro scopo è quello di capire in quali e quanti aspetti è consistito il problema meteorologico.

Il problema ha riguardato principalmente l'artiglieria francese, punto di forza dell'Armée. Questa era composta da can-



noni da 12 libbre Gribeauval (Figura 28) del I, II e VI corpo d'armata, quelli da 8 libbre del I corpo e da tre batterie della Guardia Imperiale, per un totale di ottanta cannoni. Una potenza di fuoco molto superiore a quella dell'esercito avversario. Si capisce come Napoleone potesse confidare in una vittoria campale.

Tuttavia, le scariche di artiglieria iniziate, secondo gli ultimi studi storici, intorno alle 11.30 e continue al ritmo di 2-3 al minuto crearono una cappa di fumo stagnante sulla piana e non ottennero risultati decisivi. I generali Rutty e Desales schierarono i loro cannoni allo scoperto sul declivio e tra le ore 12.00 e le ore 13.00 aprirono il fuoco; i cannoni sparavano, su un fronte di circa 2 chilometri, centoventi colpi al minuto in totale, con una media di un colpo al minuto ogni 20 metri. I cannoni, però, erano schierati a 1100-1400 metri dagli avamposti britannici, troppo lontani per poter colpire con efficacia le riserve del nemico. Le perdite subite dai britannici si limitarono a quelle dei reparti più esposti, ma il grosso dell'esercito alleato era al riparo dietro la cresta del colle (ricordiamo la Figura 27) e non venne colpito molto pesantemente. Perché?

La risposta è semplice: il terreno era ancora intriso d'acqua dalla pioggia precipitata nella notte e quindi impedì il rim-



Figura 28 Cannone Gribbeauval da 12 libbre dell'esercito napoleonico.

balzo dei colpi che sprofondarono nel fango invece di rimbalzare e falciare le truppe avversarie. Questa del rimbalzo era una tecnica bellica molto in uso al tempo: il «tiro di rimbalzo» o *ricochet* (letteralmente «rimbalzare») fu introdotta da Sébastien Le Prestre marchese di Vauban, nel XVII secolo. Le palle erano sparate

a tiro radente, in modo che non si conficcassero nel terreno ma rimbalzassero diverse volte tra le linee nemiche, moltiplicando l'effetto devastante della cannonata. Tutto ciò era impossibile nel teatro di battaglia di Waterloo (Figura 29). La pioggia era intervenuta scompaginando la strategia napoleonica e mantenendo l'esercito del duca di Wellington in forze in attesa dell'arrivo dei due corpi d'armata prussiani.

L'acqua caduta dal cielo provocò, come è facile capire, forti difficoltà alle truppe, riducendo campi e strade di campagna al livello di quasi totale impraticabilità. Il 17 giugno i due eserciti passarono una notte di grande disagio nella pianura; le truppe rimasero all'aperto, su un terreno fangoso, senza riparo dalla pioggia che continuava a cadere; pochi riuscirono a dormire. Al mattino i soldati francesi impiegarono il tempo soprattutto ad asciugare e controllare le armi per l'attesa battaglia; poco dopo l'alba la pioggia iniziò a cadere con minore intensità. Il danno era però già fatto. Questa parte dell'azione negativa della pioggia non colpì ovviamente solo i francesi. La nottata di pioggia aveva causato disagio anche superiori in campo alleato: le condizioni meteo avevano reso il riposo quasi impossibile e i tuoni avevano seminato il panico tra i cavalli della brigata

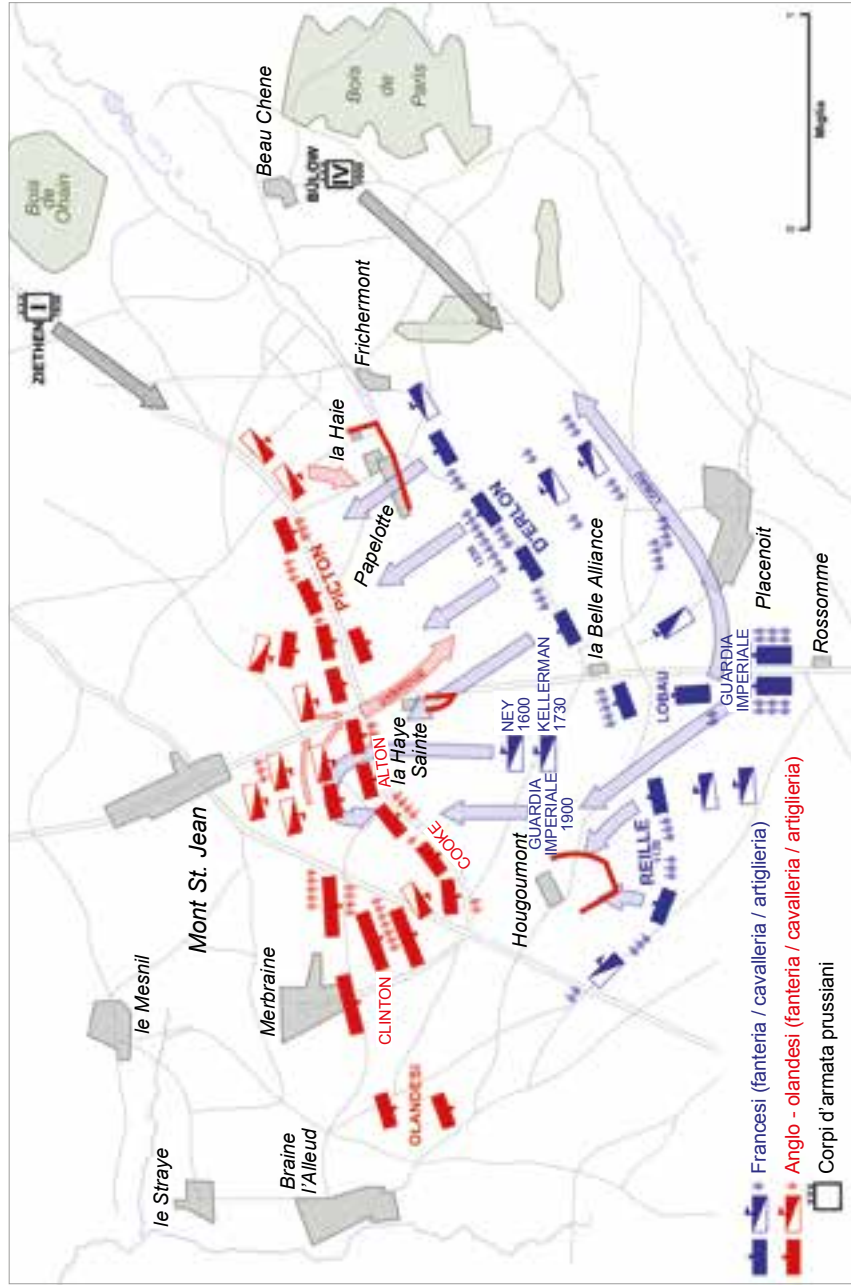


Figura 29 Mappa riassuntiva della battaglia di Waterloo. Le unità di Napoleone sono in blu, quelle del duca di Wellington e dei suoi alleati tedesco-olandesi in rosso e quelle prussiane di Blücher in bianco (I e IV Corpo d'armata).

di cavalleria pesante che si erano dati alla fuga seminando lo scompiglio nei bivacchi. Il morale, però, era molto alto.

Quindi, in buona sostanza, la meteorologia ha influito in maniera determinante sull'esito di Waterloo? Ci sono buoni elementi per attribuire una parziale responsabilità alle condizioni meteo, ma, al netto delle difficoltà di movimento di entrambe le fanterie e cavallerie (leggera e pesante), il problema sembra essere stata l'impossibilità di utilizzare il tiro di rimbalzo da parte dell'artiglieria francese, consentendo a britannici e prussiani di non subire troppe perdite. La storia era cambiata e la potenza napoleonica volgeva inesorabilmente alla fine. Sant'Elena era ormai in vista.

3. Annibale e la trappola dell'invisibilità

La nebbia, alleata silenziosa degli eserciti

Che cos'è la nebbia? La risposta sembra scontata: è quel fenomeno atmosferico che impedisce in maggiore o minore misura la visibilità e rende i contorni delle cose sfumati e indistinti. Infatti, la nebbia può essere più o meno fitta e complicare la vita a chi si mette in viaggio. Ricordiamo il nonno di *Amarcord*, indimenticabile film di Federico Fellini: il poveruomo esce di casa in una fitta nebbia (il cosiddetto «nebbione») come solo la Pianura Padana sa produrre e non trova più la porta di casa pur avendola alle spalle! La nebbia è in realtà una nube molto bassa che si forma all'altezza del nostro naso per diverse ragioni (coloro che fossero interessati ne trovano ampia descrizione nel *Libro delle nuvole* che ho pubblicato con il Saggiatore nel 2021). La nebbia, quindi, impedisce la visibilità e questo è spesso un grosso problema in tempo di pace e anche in tempo di guerra. Vediamo cos'è successo in tre diverse situazioni storiche dove la nebbia ha giocato un ruolo che potremmo definire determinante. Un'altra battaglia nebbiosa la vedremo più avanti, quando parleremo della Guerra delle Due Rose.

L'imboscata di Annibale al lago Trasimeno

La Seconda guerra punica fu combattuta tra Roma e Cartagine dal 218 al 202 a.C., prima in Spagna e Italia (per sedici anni) e successivamente in Africa. La guerra fu iniziata dai cartaginesi, che intendevano recuperare la potenza militare e l'influenza politica perduta dopo la sconfitta subita nella Prima guerra punica. Gli storici considerano questo il conflitto più importante dell'antichità per il numero di popolazioni coinvolte, per i costi economici e le perdite di vite umane, e soprattutto per le conseguenze sul piano storico, politico e sociale dell'intero mondo mediterraneo.

Mentre la Prima guerra punica fu una guerra di mare, la Seconda fu un susseguirsi di grandi battaglie terrestri, con considerevoli masse di fanterie, elefanti e cavalieri; le grandi flotte dall'una e dall'altra parte svolsero eminentemente un ruolo di trasporto di truppe e rifornimenti.

Il condottiero cartaginese Annibale Barca, che guidò l'assalto alla nascente potenza romana, fu indubbiamente la personalità più importante della guerra: scatenò il conflitto espugnando la città di Sagunto (*Sagunt* in catalano valenziano, la lingua della Comunità Autonoma Valenciana sulla costa della Spagna orientale a cui oggi appartiene), alleata dei romani, per poi invadere la penisola italica ottenendo numerose vittorie e minacciando la stessa Roma. Tuttavia, l'isolamento dalla madrepatria e la difficoltà nei rifornimenti lo portarono alla sconfitta dopo oltre quindici anni di guerriglia. Ricordiamo come memorabile il passaggio delle Alpi con tanto di elefanti al seguito di un intero esercito (Figura 30). William Turner, dipingendo la tela in cui ritrae l'epopea del condottiero cartaginese, vuole rappresentare l'assoluta preponderanza degli elementi naturali sui piccoli uomini in loro balia. La potenza dell'evento



Figura 30 Joseph Mallord William Turner (1775-1851), *Bufera di neve: Annibale e il suo esercito attraversano le Alpi*, 1812, Tate Britain, Londra.

atmosferico rende l'opprimente sensazione di sbigottimento e angoscia degli esseri umani di fronte alla natura. Tuttavia, non dobbiamo dimenticare che la traversata delle Alpi avviene nel 218 a.C. circa. Siamo in pieno *optimum* climatico romano e il clima è molto mite. Ecco spiegato, almeno in parte, il successo della traversata di Annibale con i suoi elefanti, che probabilmente non avevano mai visto la neve.

Non è di questo, però, che vogliamo parlare. Annibale, valicate le Alpi, sconfina nella Pianura Padana e dà battaglia in campo aperto ai romani e ai loro alleati (Figura 31). Le battaglie del Ticino e della Trebbia gli spianano la strada verso l'Italia centrale, dimostrando le sue formidabili capacità di stratega e condottiero.

È in Umbria, nel giugno del 217 a.C., che avviene ciò che ci interessa maggiormente. Siamo nei pressi di Tuoro, sulle sponde del lago Trasimeno. Qui venne combattuta una delle più importanti battaglie della Seconda guerra punica, nella



Figura 31 La marcia di Annibale da Carthago Nova fino all'Italia meridionale (218-202 a.C.).

La Marcia di Annibale (218 - 202 a.c.)



quale i romani subirono una delle peggiori disfatte della loro storia. Tutto merito dell'astuzia di Annibale, certo, ma con il fondamentale apporto delle condizioni meteo.

Annibale voleva sconfiggere le due legioni guidate da Flaminio, che lo stavano seguendo lungo la sua marcia in Etruria, prima che si ricongiungessero con quelle dell'altro console, Gneo Servilio Gemino. I cartaginesi scesero la Val di Chiana in direzione di Roma e Annibale fece loro accelerare il passo giungendo con alcune ore di anticipo in prossimità del lago Trasimeno. Qui giunto, decise una deviazione verso est in direzione di Perugia, per raggiungere una valle compresa tra le estreme pendici dei monti di Cortona e il lago, luoghi adatti per tendere un'imbooscata alle legioni romane (Figura 32). Annibale si accampò con la fanteria pesante su una collina prospiciente il lago e dispose gli altri reparti sulle pendici dei colli circostanti, nascosti in modo da sorprendere ai fianchi le legioni romane e circondarle.

Il console Gaio Flaminio gli andò incontro con le sue quat-



Figura 32 La disposizione delle forze romane (rosso) e cartaginesi (blu) nella battaglia del lago Trasimeno.

tro legionari. Lo scontro decisivo ebbe luogo il 24 giugno del 217 a.C. Le legioni romane si misero in marcia di primo mattino, convinte di dirigersi verso il grosso delle truppe nemiche e sicure di non correre alcun rischio: con il lago a destra e le colline a sinistra, un esercito numeroso e compatto avrebbe potuto attaccare solo frontalmente e sarebbe stato tempestivamente individuato. Fin qui tutto da manuale tattico. Tuttavia, Annibale aveva disperso i suoi uomini sulle colline, come abbiamo visto, nascondendoli accuratamente e accerchiando le legioni romane nel frattempo in marcia.

La battaglia, comunque, con queste forze in campo e la disposizione tattica degli eserciti, aveva in linea di principio un esito ancora relativamente incerto, nonostante l'astuzia di Annibale. Poi, però, interviene la natura o, meglio, la meteorologia. Le sponde del lago quella mattina erano avvolte da una fitta nebbia, non del tutto insolita nella zona neanche agli inizi dell'estate. I legionari in marcia erano ignari del nemico nascosto sulle colline intorno, reso invisibile dalla nebbia e dalla fitta vegetazione. A questo punto Annibale dà l'ordine di attaccare e la cavalleria cartaginese si lancia sulle file romane sbucando come una schiera di fantasmi dalla nebbia, seminando caos e panico tra i legionari, colti di sorpresa dall'attacco del tutto inaspettato. L'esercito romano è in trappola. Il lago a sud impedisce la fuga e i fanti di Annibale attaccano da ogni dove. Gaio Flaminio non riesce a organizzare le sue truppe e viene lui stesso ucciso e decapitato.

La nebbia ha determinato la vittoria di Annibale? Non possiamo dirlo con certezza, ma l'acume tattico del generale cartaginese viene aiutato non poco dal fitto banco di nebbia sul lago e i romani sono presi alla sprovvista, senza possibilità di scampo. Infatti, più o meno $\frac{3}{4}$ delle truppe romane vengono catturate o uccise sul campo. Una disfatta terribile, che aprirà

ai cartaginesi la strada verso il cuore di Roma e l'Italia meridionale. La nebbia è affascinante e misteriosa, ma cela pericoli che spesso sottovalutiamo. Non ci sono dubbi che quando la visibilità praticamente si azzerava può succedere di tutto, proprio come ai romani sulle sponde del Trasimeno.

La battaglia della nebbia a Canossa

Non possiamo occuparci di tutte le battaglie in cui la nebbia o le nubi basse hanno avuto un ruolo cruciale, ma, essendo io un emiliano purosangue, non posso esimermi dall'analizzare un evento accaduto nei luoghi dove vivo, tra Modena e Reggio Emilia. Luoghi normalmente fuori dai circuiti storici più importanti, ma teatro di eventi salienti soprattutto in epoche remote.



Figura 33 Il Castello di Canossa e i calanchi dell'Appennino reggiano. Foto: G. Galeotti.

Sull'Appennino modenese-reggiano, all'ombra delle due vette del monte Cimone e del monte Cusna, si è svolta una parte consistente della mia vita, incluso il servizio militare nel Servizio meteorologico dell'Aeronautica militare, presso la base in vetta al monte Cimone. Da queste parti c'è un luogo dell'anima per molti di noi modenesi e reggiani: il Castello di Canossa, sede della *Magna Comitissa* («Gran Contessa») *Matilde*, nobildonna della stirpe longobarda degli Attoni, detta comunemente «di Canossa» dal nome del loro feudo sull'Appennino reggiano (Figura 33) e vissuta tra il 1046 e il 1115. Per noi emiliani Matilde di Canossa non è solo un personaggio storico importante, ma una di noi: ne parliamo come di una vicina di casa e ne siamo molto orgogliosi.

Matilde fu una potente feudataria di un vero e proprio stato feudale comprendente Lucca, Mantova, Modena, Carpi, Reggio Emilia, Brescia, Ferrara, Parma, Piacenza, Bergamo, Cremona,



Guastalla, Verona e la Marca di Toscana. La Gran contessa si impegnò in difesa del papato durante la lotta per le investiture. Fu una figura di primaria importanza, esempio fulgido di potere femminile in un'epoca in cui non era affatto scontato avere donne in posti di comando, ed estese il suo dominio su tutti i territori italiani situati a nord dello Stato Pontificio. È assai nota per aver esercitato un ruolo di primo piano, nel gennaio 1077, come mediatrice nell'aspra contesa fra l'imperatore Enrico IV di Franconia e papa Gregorio VII, il quale lo aveva scomunicato. Chi non conosce l'espressione «andare (o venire) a Canossa»? Si riferisce all'evento chiave del gennaio del 1077 in cui papa Gregorio VII era ospite di Matilde al castello. Enrico IV, per ottenere la revoca della scomunica, dovette fare anticamera fuori dal portale del castello per tre giorni e tre notti, inginocchiato e con il capo cosperso di cenere. Un'umiliazione davvero notevole, che l'imperatore certamente non dimenticò e che volle in qualche modo lavare con il sangue. Nel 1079 la contessa Matilde donò tutte le sue terre al papato, sfidando in tal modo l'imperatore che vantava diritti su di esse. Enrico IV convocò un concilio a Bressanone nel 1080 e fece eleggere un antipapa, l'arcivescovo Guilberto di Ravenna, eletto con il nome di Clemente III. In seguito, l'imperatore decise di scendere in Italia e bandì Matilde dall'impero. Le truppe imperiali e dell'antipapa sconfissero le truppe fedeli al papa e comandate da Matilde a Volta Mantovana. Matilde, però, non si diede per vinta e, con il papa costretto all'esilio, resistette, formando una coalizione in appoggio al papato a cui aderirono anche i bolognesi. La coalizione papale sconfisse così gli imperiali nella battaglia di Sorbara, presso Modena (incidentalmente, la terra del Lambrusco).

Giungiamo così alla questione della nebbia. È utile sapere che la prima domenica di maggio sulle colline di Quattro

Castella, tra Bergonzano e Sedignano, lungo la strada che porta al Castello di Canossa, si celebra la Sagra della Madonna della Battaglia nel piccolo santuario costruito in memoria della vittoria dell'esercito di Matilde di Canossa su quello dell'imperatore Enrico IV nella «Battaglia della Nebbia», come venne denominata nella fantasia popolare, ma non senza un fondo di verità storica. Questa battaglia fu combattuta sul monte Giumigna (Sedignano) nell'ottobre 1092, per impedire a Enrico IV di espugnare la rocca di Canossa. Fu un evento molto importante, che aprì la strada all'abdicazione dello sconfitto

Enrico IV a favore del figlio Enrico V, che nel 1111 avrebbe incoronato Matilde di Canossa vicaria imperiale d'Italia presso il Castello di Bianello.

Le fonti storiche sono in realtà una sola, cioè Donizone (1071 circa-1130?, *Donizo* in latino) da Canossa (Figura 34), monaco benedettino, poi abate del monastero di Sant'Apollonio di Canossa, biografo, amico personale e confessore di Matilde, che conosceva bene i luoghi e li nomina, descrivendo accuratamente gli spostamenti delle truppe di cui forse fu testimone oculare. La sua opera fondamentale in due libri intitolata *Vita Mathildis* (o *Acta Comitissae Mathildis*) fu scritta negli ulti-



Figura 34 L'abate Ugone di Cluny e l'imperatore Enrico IV a Canossa, di fronte a Matilde. Rappresentazione tratta da una versione del XIV secolo dell'opera *Acta Comitissae Mathildis* dell'abate Donizone, Biblioteca Panizzi, Reggio Emilia.

mi anni di vita della contessa (1111-1115) ed ebbe vasta fortuna come resoconto dei fatti dell'epoca, con parecchie epitomi medievali. Nell'opera si apprende che Enrico IV, vedendo la giornata limpida, si diresse verso San Polo d'Enza, fingendo di marciare verso Parma, convinto di poter cogliere di sorpresa la rocca di Canossa dove aveva subito la fatidica umiliazione.

Enrico IV forse sapeva che la contessa non si trovava a Canossa e che il castello era poco presidiato, e per questo tentò l'assalto, scegliendo non la strada Borsea, la via di cresta che gli avrebbe fatto perdere l'effetto sorpresa, bensì la strada di Caverzano, nel fondovalle, che consentì ai soldati di procedere nascosti ai difensori.

Mentre Enrico tentava l'assalto, Matilde radunava le sue milizie a Canossa e non appena apprese che Enrico stava marciando verso San Polo, lasciò a presidio della rocca il marito Guelfo e una parte delle milizie, mentre con le altre mosse lei stessa verso il Castello di Bianello. Mentre Matilde giungeva con i suoi armati al monte Giumigna, il nemico era già arrivato sul monte Lintergnano. I due eserciti erano prossimi allo scontro. La contessa si chiuse nel Castello di Bianello e gli imperiali continuano ad avanzare verso Canossa. Matilde allora inviò rinforzi per difendere Canossa e i suoi soldati eseguirono gli ordini evitando di ingaggiare battaglia con gli imperiali. Già il temibile esercito imperiale era alle porte e l'abate Giovanni invocava protezione per la rocca di Canossa. Tutto sembrava perduto o quasi.

A questo punto l'intervento della meteorologia si fa provvidenziale. Scese all'improvviso una fittissima nebbia. Capite allora perché ho scelto l'immagine in Figura 33: questo tipo di nebbia sono in realtà nubi molto basse intrappolate nei calanchi del luogo! L'esercito della contessa conosceva molto bene il territorio e bersagliò di frecce le truppe imperiali senza subire

una sola perdita. Il gonfalone imperiale fu conquistato e portato in trionfo nella chiesa di Sant'Apollonio, all'interno del Castello di Canossa. Una vergogna per l'imperatore, che verrà per questo sbeffeggiato con il soprannome di «Perdicause» (i soprannomi sono un'abitudine diffusissima delle mie parti).

Vista la mala parata, i soldati imperiali decisero di rifugiarsi nel quartiere di Enrico IV, su un vicino colle. Le truppe matildiche li inseguirono e inflissero loro un'ulteriore disfatta proprio dove ora si trova il santuario della Madonna della Battaglia. Le truppe di Enrico IV furono a questo punto bloccate: infatti, non conoscevano affatto il territorio e la nebbia impedì loro la visuale. L'imperatore fu costretto a ritirarsi, trascorse la notte a Bibbiano e raggiunse e oltrepassò il giorno dopo il fiume Po. Sconfitta totale del potente imperatore a opera di una delle più rilevanti figure femminili della storia europea, la formidabile Matilde.

La *nebula grandis* dell'abate Donizone, come già detto, non era altro che una formazione di nuvole basse che rimasero bloccate tra le colline e i calanchi, venendo in aiuto alle truppe di Matilde con un tempismo pressoché perfetto. La nebbia, in meteorologia, è infatti una formazione di strati molto bassi. Se Enrico IV avesse saputo che questo fenomeno è assai diffuso nella zona di Quattro Castella, forse avrebbe preso le sue misure, ma probabilmente non lo sapeva.

La guerra di Crimea

La guerra di Crimea (ottobre 1853-febbraio 1856) venne combattuta tra l'Impero russo da una parte e l'alleanza tra Impero ottomano, Francia, Gran Bretagna e Regno di Sardegna dall'altro. La causa scatenante, almeno ufficialmente, fu una disputa



Figura 35 Ivan Aivazovsky (1817-1900), *Battaglia di Sinope*, 1853, Museo navale centrale, San Pietroburgo.

fra Russia e Francia sul controllo dei luoghi santi della cristianità in territorio ottomano. Si combatté quasi interamente nella penisola di Crimea, in territorio russo, dove venne messa sotto assedio la roccaforte russa sul Mar Nero di Sebastopoli. I russi tentarono a più riprese di rompere l'assedio (battaglie di Balaklava, Inkerman e Cernaia), ma senza successo. Abbandonarono quindi la città il 9 settembre 1855, mettendo fine alla guerra. Il 30 novembre 1853 una nebbia fittissima ebbe un ruolo determinante nello scoppio delle ostilità.

Il conflitto iniziò con la dichiarazione di guerra dei turchi alla Russia e si combatté inizialmente come guerra di posizione sul Danubio. Le flotte britannica e francese si mantenevano nel frattempo all'esterno dei Dardanelli, in attesa degli eventi. Il 30 novembre 1853, infatti, la flotta russa dell'ammiraglio Pavel Stepanovič Nachimov sorprese nel porto di Sinope una squadra navale turca di dodici vascelli da guerra e la annientò (Figura 35). Le fortificazioni di Sinope non erano in allerta. Sulla

località era stesa una fitta coltre di nebbia che permise alle navi russe di avvicinarsi indisturbate e compiere una strage: perirono negli incendi dai quattromila ai cinquemila marinai turchi e durante le sei ore della battaglia alcune zone della città andarono completamente distrutte.

Il «massacro di Sinope», come venne definito, colpì l'opinione pubblica occidentale e diede il pretesto ai governi di Francia e Gran Bretagna per far passare il Bosforo alle loro flotte ed entrare nel Mar Nero a protezione delle navi turche, il 4 gennaio 1854. L'apparentemente innocua nebbia, quindi, fu l'elemento scatenante di un aspro conflitto che portò all'assedio di Sebastopoli, il più lungo e sanguinoso del XIX secolo. Naturalmente la nebbia che favorì la vittoria russa a Sinope fu solo il pretesto. Il vero punto del contendere erano le ambizioni russe sul Mar Nero e sulla penisola balcanica. Suona abbastanza familiare anche ai nostri giorni, vero?

4. La Guerra «fredda» delle Due Rose

Neve e nebbia tra York e Lancaster

Nel xv secolo, tra il 1455 e il 1485 o 1487, secondo una parte della storiografia inglese, gli York e i Lancaster, i due rami della famiglia dei Plantageneti, si contesero il trono d'Inghilterra nel corso di una lunga e sanguinosa guerra civile, passata alla storia come Guerra delle Due Rose (in inglese *War of the Roses*).

Il riferimento alle rose venne più tardi, nel xix secolo (Figura 36), quando Sir Walter Scott pubblicò il romanzo storico *Anna di Geierstein*, facendo riferimento agli stemmi dei due casati che avrebbero avuto come simbolo una rosa bianca (York) e una rossa (Lancaster). A parte questa leggenda (Figura 37), l'unico simbolo documentato sembra essere la rosa bianca degli

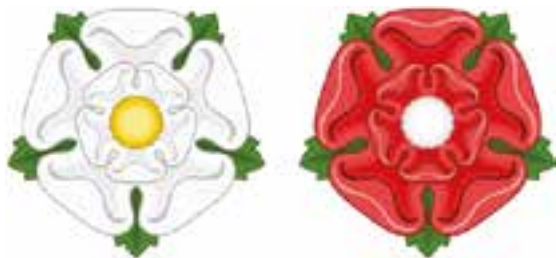


Figura 36 I simboli di York (rosa bianca) e Lancaster (rosa rossa), così come furono introdotti in epoca successiva alla guerra.



Figura 37 Henry Arthur Payne, *Cogliendo le rose rossa e bianca negli Old Temple Gardens*, 1908, murale del Corridoio Est del Palazzo di Westminster, Londra. Sono raffigurati: a sinistra, Riccardo Plantageneto, terzo duca di York, e i suoi seguaci che scelgono la rosa bianca; a destra, Henry Beaufort, terzo duca di Somerset, con un compagno che prende la rosa rossa.

York. La guerra provocò l'estinzione delle linee di successione maschili di entrambe le fazioni e si concluse con l'affermarsi di una nuova dinastia, i Tudor, che regnerà sull'Inghilterra portando allo splendore dell'impero, soprattutto sotto Elisabetta I.

Al di là delle questioni storiche di largo respiro, fondamentali per la storia dell'Inghilterra, ancora una volta il cielo (cioè l'at-

mosfera) ha giocato un ruolo decisivo almeno in due occasioni documentate, determinando l'esito di due importanti battaglie.

La battaglia di Towton (1461): nevicata forte

La Guerra delle Due Rose ebbe inizio intorno al 1455 fra i Lancaster, che appoggiavano il re Enrico VI d'Inghilterra e gli York, che appoggiavano invece Riccardo Plantageneto. Nel 1460 la guerra s'intensificò e si verificarono numerosi scontri. Il 29 marzo 1461 l'armata degli York si spinse avanti, oltre Ferrybridge, in condizioni meteorologiche poco favorevoli a causa dei venti freddi che spiravano e delle folate di neve.

Edoardo, conte di March, era alla guida del centro dell'armata di York, Richard Neville, XVI conte di Warwick, conduceva la parte sinistra e Lord Fauconberg la destra. Un ulteriore contingente, proveniente dalle contee orientali e guidato dal duca di Norfolk, era in arrivo sul campo di battaglia. L'esercito dei Lancaster occupò un altopiano con il fianco destro presso cui scorreva un ruscello, il Cock Beck. L'armata era guidata dal duca di Somerset, alla testa del centro delle truppe, mentre il conte di Northumberland capeggiava la destra e il duca di Exeter la sinistra. La disposizione delle forze in campo è mostrata in Figura 38.

I Lancaster si trovavano in posizione vantaggiosa, con buoni spazi per gli arcieri, mentre gli York erano costretti ad attaccare risalendo l'altopiano, il tutto in pessime condizioni meteorologiche. Gli arcieri degli York, però, avevano il vento alle spalle. Questo costituiva per loro un aspetto favorevole che li metteva in condizioni migliori rispetto a quelli dei Lancaster, in difficoltà nell'azione bellica per via della neve in caduta nella loro direzione.

William Neville Lord Fauconberg ordinò ai suoi arcieri di sfruttare il vantaggio del vento a favore e avvicinarsi alle

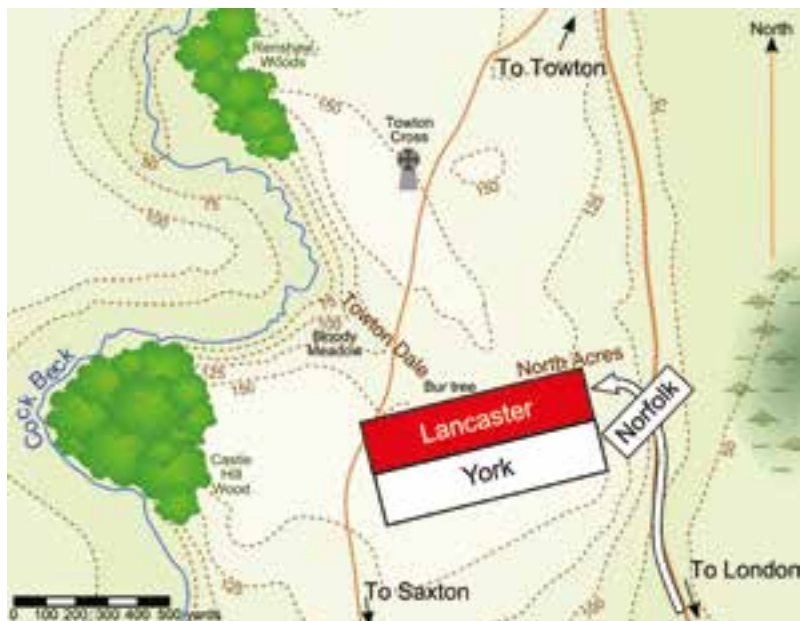


Figura 38 Disposizione delle truppe nella battaglia di Towton.

schiere Lancaster per colpirle in modo più preciso (Figura 39). Diverse compagnie di arcieri degli York però fallirono il tiro contro le schiere nemiche e furono costrette a indietreggiare sotto la spinta del contrattacco degli arcieri nemici.

L'esercito Lancaster avanzò per cercare il combattimento corpo a corpo ed evitare il tiro degli arcieri York. In questo modo furono costretti ad abbandonare la posizione sopraelevata. La battaglia cominciò a farsi cruenta e fu necessario interrompere i combattimenti ripetutamente per liberare il campo dai cadaveri dei caduti. Lo scontro si protrasse per parecchie ore senza che nessuno avesse la meglio. Nel primo pomeriggio giunse in appoggio all'esercito York il contingente di Norfolk. I soldati Lancaster si videro in netto svantaggio numerico e iniziarono così la ritirata. Parte della truppa tentò la fuga a nord,



Figura 39 James William Edmund Doyle (1822-1892), *Lord Fauconberg ordina ai suoi arcieri York di avvicinarsi alle linee Lancaster per sfruttare il vantaggio del vento*, 1864.

verso Tadcaster, ma la maggioranza degli uomini fu costretta a ripiegare sulla propria destra, verso il torrente Cock Beck.

Gli storici stimano una partecipazione alla battaglia tra i 50 000 e gli 80 000 soldati, compresi 28 Lord (circa la metà della nobiltà dell'epoca), soprattutto tra i Lancaster. Generalmente, il conto è fermo a 42 000 uomini dei Lancaster e 36 000 degli York. Le stime delle vittime ammontano a circa 28 000 caduti.

Questa volta è la neve a giocare un ruolo di disturbo e a capovolgere, almeno in parte, la situazione di vantaggio strategico dei Lancaster dovuta alla posizione elevata rispetto agli York.

La battaglia di Barnet (1471): nebbia fitta e fuoco amico

Edoardo di York era salito al trono con il nome di Edoardo IV d'Inghilterra, spodestando il cugino Lancaster Enrico VI nel 1461. Si tratta di un punto di svolta nel contesto della Guerra delle Due Rose. Il 14 marzo 1471 Edoardo di York, figlio della

spodestata regina Margherita d'Angiò e pretendente al trono, tornò in patria dopo un breve esilio con i mezzi fornitigli da Carlo I di Borgogna per riprendersi il trono.

Il 14 marzo 1471 Edoardo IV di York arrivò a Ravenspurh con il suo esercito e intraprese la marcia verso Warwick, schierato con i Lancaster dell'allora re Enrico VI. All'inizio la marcia risultò tranquilla e lungo la strada vennero reclutati parecchi soldati. Raggiunto un sufficiente numero di uomini, Edoardo si diresse verso la capitale e, scacciati gli eserciti di Oxford ed Exeter, mise sotto assedio il conte di Warwick a Coventry, sperando di potergli dare battaglia in campo aperto. L'assedio di Coventry ebbe successo e il conte di Warwick fu costretto alla resa. Edoardo continuò a procedere verso sud.

Entro pochi giorni il conte di Oxford e il duca di Exeter furono in grado di dare man forte a Warwick e si coalizzarono nella speranza di incontrare gli York in campo aperto. Il 13 aprile i Lancaster (tra 13 000 e 15 000 uomini) presero posizione sul crinale di una collina a nord di Barnet preparandosi per la battaglia. Warwick posizionò i suoi uomini lungo una linea est-ovest dall'altro lato rispetto alla Great North Road che attraversava Barnet (Figura 40), mentre Oxford si sistemò sul lato ovest ed Exeter su quello est. Il marchese di Montagu (fratello di Warwick) si collocò al centro.

L'esercito di Warwick era di gran lunga più numeroso di quello di Edoardo che sopraggiunse in serata e, senza conoscere bene la posizione degli avversari, dispiegò l'esercito ponendo il barone di Hastings sulla sinistra e Riccardo duca di Gloucester sulla destra (tra i 10 000 e i 13 000 uomini). Un contingente di riserve venne posto in retroguardia, pronto a intervenire a chiamata. Al calare della notte Edoardo decise la strategia di attacco della mattina seguente: l'esercito di York ebbe l'ordine di marciare in assoluto silenzio avvicinandosi a quello di Lan-

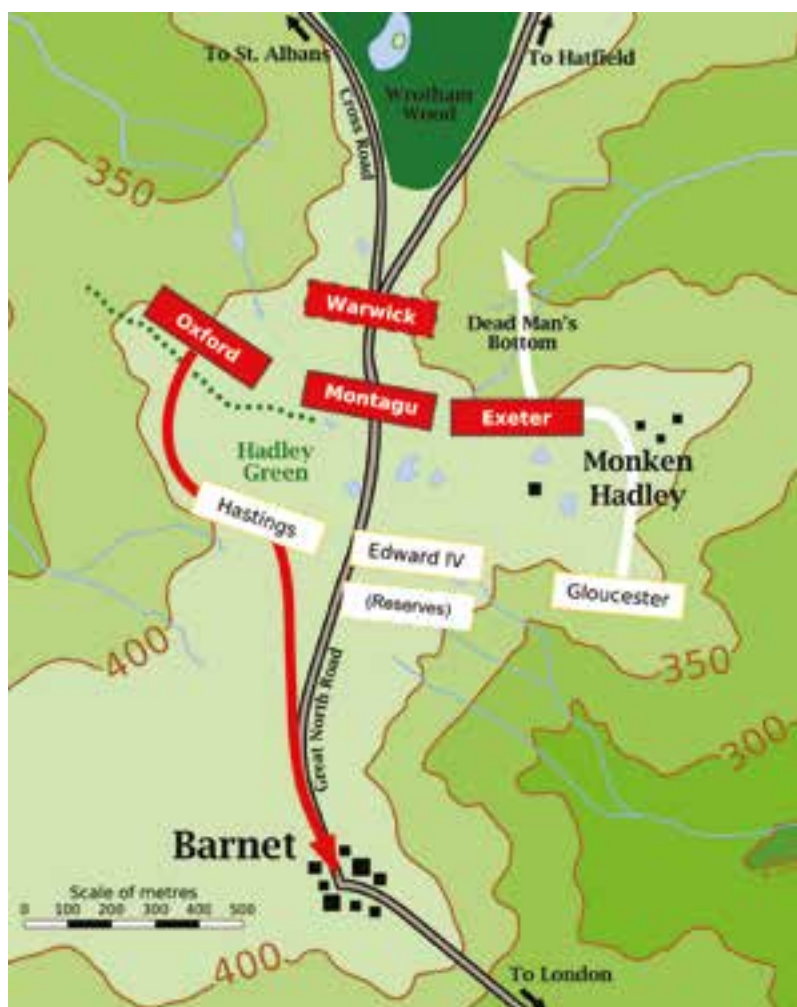


Figura 40 Fasi iniziali della battaglia di Barnet, 14 aprile 1471. Oxford guida l'ala destra Lancaster che aggira la sinistra York e si disperde verso sud. Gloucester avanza attraverso Monken Hadley e attacca il fianco sinistro Lancaster.

caster. Tuttavia, i Lancaster non si accorsero durante la notte dell'avvicinamento degli York, una disattenzione che si rivelerà decisiva il giorno dopo.

Si cominciò alle 5.00 del mattino del 14 aprile con la spianata del campo di battaglia immersa nella bruma. Gli eserciti non erano propriamente schierati da manuale di guerra, trovandosi anzi spostati sulla destra. I Lancaster ne approfittarono: gli uomini di Oxford sorpresero a sinistra quelli di Hastings che fuggirono verso Barnet (Figura 40). La vittoria sembrava vicina: i Lancaster credevano di averla in pugno.

Tuttavia, data la fitta nebbia, la vittoria di Oxford su Hastings non venne comunicata e Gloucester sfidò Exeter prendendolo di sorpresa a sinistra. Gli schieramenti, disorientati, ruotarono di quasi 90 gradi in senso antiorario (Figura 41). Oxford, nel frattempo, risalì verso nord trovandosi alle spalle Montagu.

Eccoci ora al punto cruciale, non del tutto confermato dalle fonti storiche, ma assai famoso. A causa della nebbia fittissima, le insegne di Oxford (stella con raggi) vennero confuse con il «sole splendente» di Edoardo dalle truppe di Montagu, che assalirono i propri alleati senza esitazione, scambiandoli per nemici. Oxford gridò al tradimento e si ritirò. La nebbia si diradava, Edoardo capì la situazione e si lanciò all'attacco rovesciando le sorti della battaglia. Montagu e Oxford vennero uccisi sancendo la fine per i Lancaster. Battaglia terminata: York ebbe la meglio.

Ora la solita domanda: la nebbia è stata determinante sulle sorti del combattimento? Ammesso che la ricostruzione storica orale sia veritiera e non sia soltanto una leggenda, sembrerebbe proprio di sì. È un classico caso di «fuoco amico» su vasta scala, determinato da condizioni meteorologiche di scarsa o nulla visibilità. A volte la natura si prende una rivincita sulle presunte abilità tattiche degli esseri umani.

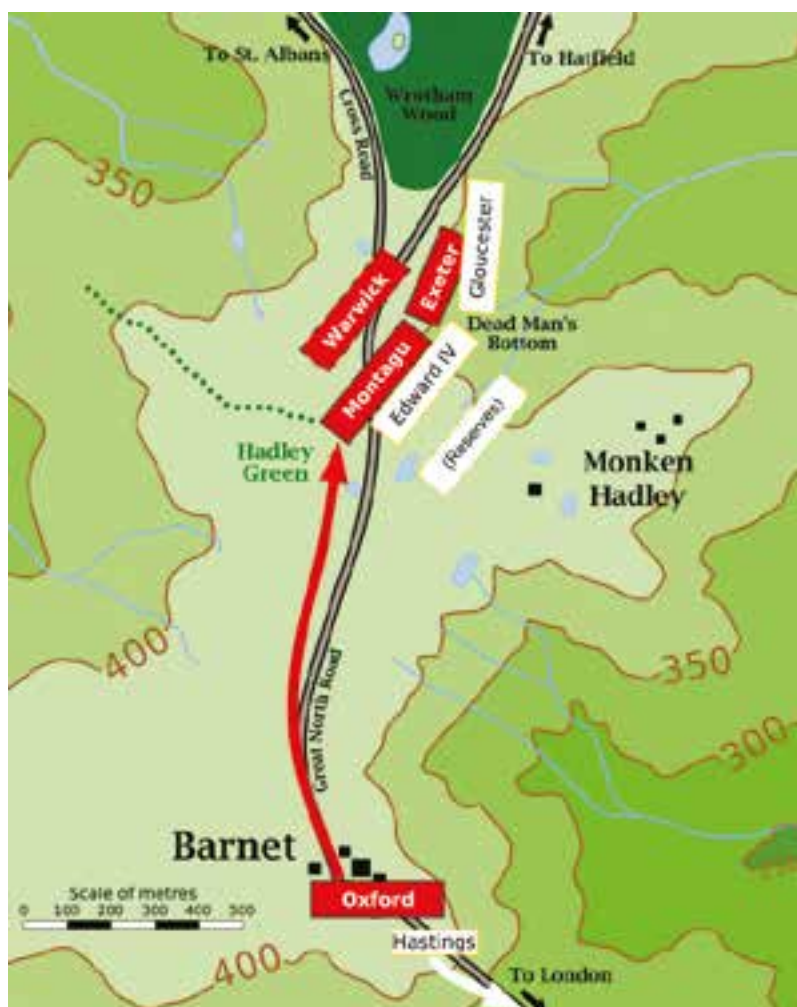


Figura 41 Mappa del campo di battaglia di Barnet a ostilità ormai avanzate. Oxford, avendo sconfitto Hastings, ritorna sul campo di battaglia, ma si muove contro i suoi alleati a causa della fitta nebbia.

5. Il tornado che creò gli Stati Uniti d'America

Venti che hanno cambiato la storia

Il vento è un fenomeno meteorologico che consiste nel movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area di alta pressione a una di pressione più bassa. È il modo che ha l'atmosfera terrestre di «riempire i vuoti», se vogliamo. I venti sono comu-

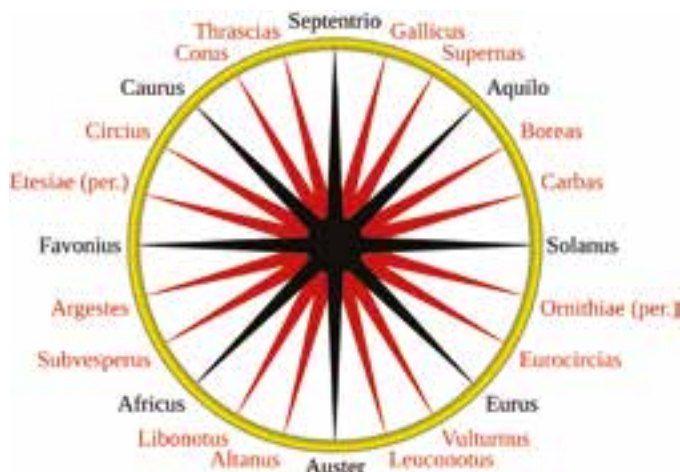


Figura 42 Raffigurazione di una rosa dei venti di epoca romana secondo Vitruvio (*De Architectura*, 15 a.C. circa). Gli otto venti principali sono in nero e i sedici secondari in rosso. Per semplicità, i venti sono assunti spirare ad angoli di 15 gradi sulla rosa (anche se ciò non è indicato espressamente nel testo di Vitruvio).

nemente descritti da tempo immemorabile in base alla scala spaziale su cui soffiano, alla velocità, alla direzione, alle forze che li causano e alle regioni su cui esplicano i loro effetti. In Figura 42 vediamo una rosa dei venti molto antica, che testimonia come gli esseri umani si siano sempre occupati (e preoccupati) dei venti e della loro direzione, soprattutto in mare.

I venti hanno cambiato denominazione nelle varie epoche storiche, ma, meteorologicamente parlando, non è cambiata molto la loro descrizione in base alla forza e alla direzione da cui spirano. Nella storia della civiltà umana, il vento ha influenzato gli eventi, ha influito moltissimo sui trasporti e sulle guerre e ha fornito una fonte di energia, dai mulini a vento alle più recenti pale eoliche.

L'imperatore Teodosio e la bora

Dove soffia il vento conosciuto comunemente come «bora»? Ci viene in mente subito la città di Trieste, ma in realtà si tratta di un vento catabatico di provenienza nordest/est-nord-est, che soffia con particolare intensità specialmente verso l'Alto e Medio Adriatico e verso alcuni settori dell'Egeo. Un vento catabatico, dal greco καταβατικός (*katabatikós*) che vuol dire «discendente», è un vento generato da aria fredda e densa che imbocca in discesa un'inclinazione orografica, collina, montagna, ghiacciaio o plateau. Viene per questo talvolta chiamato «vento di caduta». Esso è originato da forti gradienti di pressione tra il continente e il mare; i più forti si ritrovano nei venti catabatici che scendono dal Plateau Antartico.

A noi, però, interessano le masse d'aria fredda e molto densa provenienti dalle pianure dell'est, che, raggiunto il Carso e le Alpi orientali, sono forzate a incanalarsi lungo i bassi valichi

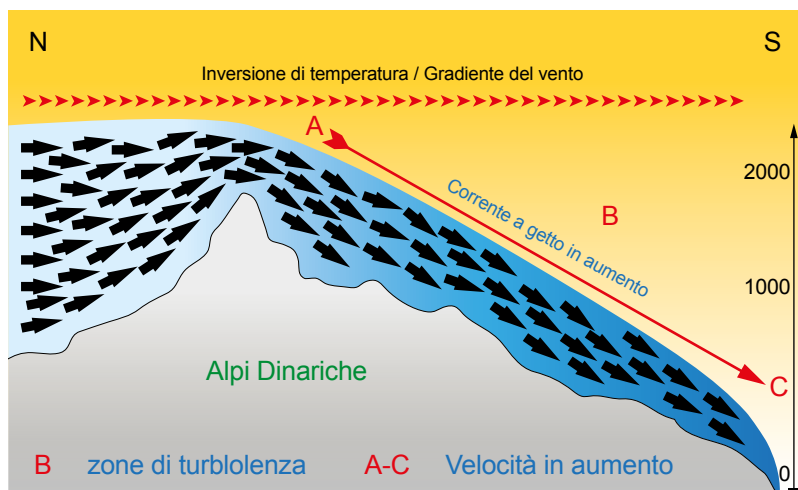


Figura 43 Schema bidimensionale del sistema idraulico del vento di bora. Aria fredda nella bassa troposfera incontra un ostacolo. Il blocco della massa d'aria provoca intensi deflussi (raffiche di caduta turbolente) verso le coste adriatiche.

(le cosiddette *porte*) sui monti del Carso e sulle Alpi Dinariche (Bosnia Erzegovina). Una volta che l'aria trova sbocco, defluisce impetuosamente (raffiche di caduta turbolente) verso le coste dell'Adriatico (Figura 43). Verso l'Italia ci sono vari ingressi che determinano di fatto le caratteristiche del vento. La porta principale è quella di «Postumia» in prossimità delle Alpi Giulie. Non è un vento continuo in intensità, ma è caratterizzato da raffiche molto forti intervallate da altre meno impetuose. In inverno il vento di aria gelida, spesso molto forte, caratteristico delle steppe della pianura sarmatica, a ovest degli Urali arriva fino all'Adriatico e si chiama *burian* o *burán*, dalla lingua russa.

Il termine deriva da Borea, dal greco *Borèās*, personificazione del vento del nord nella mitologia greca. La bora più conosciuta in Italia è quella già citata di Trieste, mentre in Croazia è nota quella di Segna e Fiume e in Slovenia quella di Aidussina. Sono presenti nella tradizione popolare due tipi di bora, quella

«chiara» e quella «scura». La prima è associata al bel tempo, con cielo sereno o poco nuvoloso, ed è generalmente meno intensa e causata da un profondo anticiclone posizionato sui settori nordorientali o centrali europei. La bora «scura» è invece associata al brutto tempo, con cielo molto nuvoloso e precipitazioni diffuse, ed è caratterizzata da raffiche molto forti. Si forma in presenza di una bassa pressione sui mari centromeridionali, con i venti che sull'Alto Adriatico virano da nord/nordest.

Che cosa si pensa sia successo all'imperatore Teodosio? Par-

leremo della battaglia del fiume Frigido, combattuta tra il 5 e il 6 settembre del 394 d.C. nei pressi dell'attuale fiume Vipacco (Vipava in sloveno, Wippach in tedesco e Vipau in friulano), in Slovenia, vicino ad Aidussina.

La tradizione cristiana basata sulla storia ecclesiastica di Tirannio Rufino afferma che la battaglia sia stato l'ultimo tentativo da parte dei sostenitori della religione romana tradizionale di resisten-

za nei confronti della diffusione del cristianesimo, supportato dall'imperatore Teodosio (Figura 44), nell'Impero romano e in Europa.

La battaglia si combatté fra le truppe di Teodosio e quelle di Flavio Eugenio, «usurpatore» (le virgolette sono d'obbligo in questi casi) del trono dell'Impero romano d'Occidente, e del suo comandante Arbogaste. Flavio Eugenio era cristiano, ma aveva tentato di farsi riconoscere come sovrano dell'Impero



Figura 44 Teodosio I, vincitore della battaglia del Frigido, e unificatore dell'Impero romano d'Oriente e d'Occidente.

d'Occidente adottando una politica di tolleranza religiosa in aperto contrasto con le leggi liberticide di Teodosio. La ribellione nei confronti di quest'ultimo era nata tra i Franchi e si era estesa alle *gentes* d'Italia e Gallia, ai ricchi senatori di Roma e a tutti coloro che si sentivano emarginati dalla politica della corte d'Oriente. Dunque, la versione dei fatti in direzione di un contrasto tra cristiani e pagani non regge molto ed è stata infatti recentemente messa in discussione da diversi storici, in quanto molto probabilmente inventata per giustificare la campagna di Teodosio contro Eugenio. Insomma, la solita operazione bellica di potere con un *maquillage* religioso, per intenderci. La religione fornisce sempre un utile pretesto in queste manovre che vedono due pretendenti allo stesso trono.

Teodosio, al comando di un grande esercito che comprendeva le legioni romane d'Oriente, i federati di Germania e i goti, mosse verso l'Italia, probabilmente per occupare Milano, e si trovò il passo sbarrato dall'esercito di Flavio Eugenio. Il generale d'Occidente Arbogaste aveva spostato qui le truppe di Gallia per lo scontro che reputava decisivo. Sul campo di battaglia (Figura 45) erano schierati 100-120 000 uomini, un numero enorme, che ci dice che un soldato romano su quattro si trovava nella piccolissima valle che separa l'Italia dalla Dalmazia. Le forze d'Oriente erano superiori a quelle occidentali, anche se non si sa di quanto. Non è facile ricostruire il corso degli eventi perché gli storici che si sono occupati di questa battaglia nei tempi immediatamente successivi erano tutti di parte cristiana e sostenevano Teodosio, cioè il vincitore.

Arbogaste era un generale molto esperto e di grande acume tattico e si capisce da subito che Teodosio era in difficoltà, perché le truppe di Eugenio riuscirono a intrappolare quelle di Teodosio nelle strette vallate a nordest. Il primo giorno, comunque, terminò con significative perdite da entrambe le

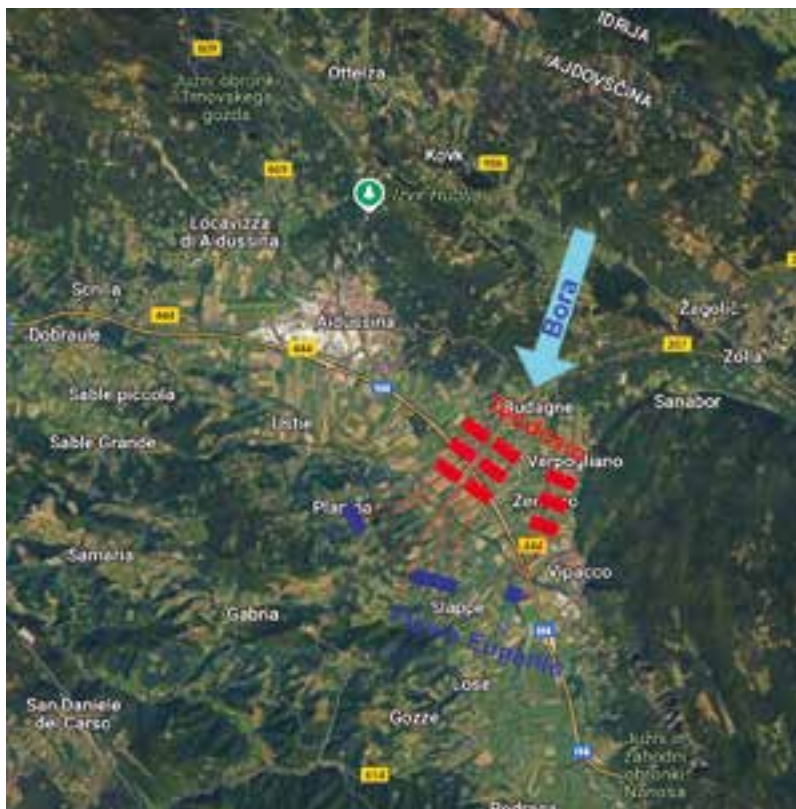


Figura 45 La disposizione in campo delle truppe di Teodosio (rosso) e di Flavio Eugenio (blu) nella pianura del fiume Vipacco, tra l'abitato di Vipacco e Aidussina. Immagine generata dall'autore su mappa satellitare Google Maps.

parti. Quindi, non è vero che la battaglia, come sembrano suggerire alcuni storici coevi, sia stata sostanzialmente incruenta, tutt'altro.

A questo punto entrò in gioco il tradimento. Nella notte Teodosio inviò spie nel campo avversario per corrompere le truppe d'Occidente avviando in tal modo alle proprie difficoltà. È assai probabile che a tradire siano stati alcuni contingenti di Franchi pagani e non i cristiani, come sarebbe lecito supporre.

La tattica di Arbogaste di chiudere la ritirata a Teodosio divenne quindi sostanzialmente inefficace.

E la bora? Non sappiamo se veramente iniziò a spirare con forza (probabilmente con raffiche superiori ai 100 chilometri all'ora), ma diversi autori lo scrivono, incluso lo stesso sant'Ambrogio. La bora avrebbe aiutato le truppe di Teodosio accorciando la gittata delle frecce di quelle di Eugenio o addirittura deviandole sensibilmente. Avrebbe inoltre impedito sostanzialmente l'avanzata dei soldati d'Occidente.

Si tratta di un'informazione attendibile? Difficile dirlo perché ci si scontra con i panegirici degli storici di parte, che suggeriscono che Teodosio sia stato aiutato dall'alto dei cieli in questa sua missione di stabilire il cristianesimo come religione ufficiale di tutto l'impero. Comunque, al di là di eventuali leggende, lo spirare della bora in queste aree è del tutto verosimile e altamente possibile, per cui possiamo ipotizzare che Teodosio si sia trovato in una condizione di vento favorevole che scendeva dalle montagne. Fatto sta che si narra che Eugenio sia stato catturato e decapitato e Arbogaste, dopo una fuga sui monti, abbia preferito suicidarsi piuttosto che essere catturato. Sant'Ambrogio intercedette per l'amnistia nei confronti di coloro che erano stati avversari di Teodosio e la ottenne.

Una delle conseguenze di questa battaglia campale fu che l'accesso alla piana delle province italiche nordorientali di *Venetia et Histria* rimase completamente sguarnito, aprendo di fatto la strada all'invasione di Alarico e al Sacco di Roma del 24 agosto del 410 d.C. Infatti, torri e mura delle Chiuse (*Claustra Alpium Iuliarum*), una sorta di vallo alpino di difesa, furono abbattute durante la battaglia. Altra conseguenza fu l'arruolamento, per la prima volta nella storia, di bande di barbari nell'esercito romano. Ciò provocò diversi problemi nel controllare queste truppe di dubbia fedeltà all'impero. Infine, pare che



Figura 46 I partecipanti alla rievocazione storica esaminano il plastico in scala della battaglia del Frigido, sul sagrato della basilica di Aquileia, il 29 settembre 2024. Fonte: *Il Goriziano*.

le gelide folate di bora che avevano tanto favorito Teodosio gli causarono anche una grave forma di polmonite che lo condusse alla morte pochi mesi dopo.

Quindi, bora o non bora, la battaglia del Frigido fu uno di quegli eventi epocali che segnarono un punto di svolta della storia, in questo caso verso la finale caduta dell'Impero romano.

La battaglia è ancora viva nelle rievocazioni storiche, come nel caso di Aquileia (Figura 46). Qualunque sia il motivo che spinge a commemorare questo evento, è giusto ricordare che tanti uomini vi lasciarono la vita.

Il tornado di Washington

Se la bora è un vento impetuoso e crea non poche difficoltà a coloro che vi sono esposti, allora che dire di un fenomeno dirompente come il tornado? Tutti abbiamo in mente le immagini di film come *Twister* del 1996 da un'idea di Michael Chrichton e Anne Marie Martin e diretto da Jan de Bont (Figura 47). La realtà è in ogni caso sempre superiore alla fantasia, assicurato.

Il tornado (conosciuto in Italia anche come «tromba d'aria», anche se alcuni ricercatori fanno differenza tra le due denominazioni) è un fenomeno meteorologico alla microscala. La sua parte visibile a occhio nudo è costituita da una nube a imbuto appesa alla base di un cumulonembo (nube temporalesca) che può anche non toccare il suolo. Da un punto di vista fisico si tratta di una colonna d'aria ascensionale in rapida rotazione partendo dal terreno, in grado di provocare danno al suolo o sollevare materiale di qualsiasi natura (polvere o detriti). In mancanza di questi due requisiti, il fenomeno viene declassato nel termine più generico di «nube a imbuto» o *funnel cloud*.

Questi fenomeni possono causare serissimi danni a cose e persone, fino a radere al suolo case in muratura con venti an-



Figura 47 Una scena del film *Twister* di Jan de Bont, del 1996, con un enorme tornado in avvicinamento.



Figura 48 Schema della struttura di un temporale supercella con la posizione del tornado.

che a 470 chilometri all'ora, asportare il manto stradale e rimanere in attività su percorsi fino a 350 chilometri di lunghezza. Sono generalmente associati a temporali molto violenti come le supercelle (Figura 48) e possono moltiplicarsi fino a generare vere e proprie «famiglie di tornado» (*tornado outbreak* nella denominazione inglese). Vediamo un tornado di categoria massima nella scala dei danni in Figura 49.

Torniamo indietro nella storia per esaminare i fatti connessi a un evento tornadico che ha avuto luogo nel corso della guerra anglo-americana per l'indipendenza del 1812-1815.

L'esercito britannico stava vincendo dopo la battaglia di Bladensburg del 24 agosto 1814 in cui le truppe americane, composte da miliziani e marinai, furono sconfitte dalla forza di occupazione britannica. Dopo questa *débâcle*, gli americani non riuscirono a difendere la nuova capitale Washington, che venne presa e incendiata dai britannici (Figura 50), forti di un contingente d'assalto di 4500 uomini. La gran parte degli edifici pubblici venne data alle fiamme, inclusi la Casa Bianca e il Campidoglio. Tutto sembrava ormai deciso a sfavore del

nascente stato americano. Il presidente James Madison era dovuto fuggire trovando asilo a Brookeville, una cittadina nella contea di Montgomery, nel Maryland.

Tuttavia, accadde un fatto meteorologico inatteso che giocò a favore degli americani. Mentre la città ardeva nelle fiamme appiccate dall'esercito invasore a meno di quattro giorni dall'inizio dell'attacco, si scatenò una violenta tempesta, probabilmente il passaggio di un uragano. La tempesta diede origine anche a un tornado che attraversò il centro della capitale, toccando terra (il ben noto *touch down* dei tornado, come lo definiscono i meteorologi) su Constitution Avenue e sollevando due cannoni prima di scagliarli a diversi metri di distanza, uccidendo sia truppe britanniche che civili americani. Incredibile coincidenza a cui nessuno era preparato, date le scarse cogni-



Figura 49 Tornado visto da sudovest nel suo approccio alla città di Elie, Manitoba, venerdì 22 giugno 2007. Si noti il sollevamento di detriti quando il tornado tocca il suolo (*touch down*).



Figura 50 I britannici incendiano Washington. Illustrazione dal libro di P.M. Rapin de Thoyras, *The History of England, from the Earliest Periods*, volume 1, 1818.

zioni meteorologiche del tempo. Dopo la tempesta, le truppe britanniche ripararono sulle loro navi, molte delle quali erano state gravemente danneggiate dalla forza degli elementi.

È tuttora aperto il dibattito sull'effetto di questa tempesta sull'occupazione britannica. C'è chi sostiene che la tempesta costrinse i britannici alla ritirata. Non è noto il grado di verità di questa lettura. Gli storici hanno sostenuto che lo scopo britannico fosse solo di distruggere gli edifici governativi della città, e non quello di occuparla per un periodo prolungato. L'assedio non causò moltissime vittime: si stima che morirono 31 persone in totale.

L'occupazione britannica di Washington durò solo ventisei ore circa, non un granché, e quindi non è un evento troppo rilevante nella storia americana, si direbbe. Tuttavia, il fatto è interessante dal punto di vista meteorologico e la «tempesta

che salvò Washington», come venne chiamata da allora in poi, esercitò un'indubbia influenza su un avvenimento bellico che avrebbe potuto ritardare il raggiungimento dell'indipendenza delle ex colonie dalla madrepatria inglese.

Rilevante è anche considerare come due eventi, un uragano e un tornado, che tanti danni e lutti ancora provocano negli Stati Uniti e altrove, in occasione di questo passo della storia giocarono a favore della neonata confederazione americana. La natura, infatti, non è né buona né cattiva e sono gli uomini che le attribuiscono a volte intenzioni che non le sono per nulla proprie. In altre parole, non tutto il male viene sempre per nuocere.

6. Solo un tifone poté fermare il Khan

Le tempeste che hanno arrestato le grandi armate

Invadere un'altra nazione o anche un intero continente: questa è una strategia messa in atto dalle grandi potenze che, quando hanno raggiunto un certo livello di forza politica e militare, decidono che sia tempo di annettere nuove terre e nuovi popoli. È una prassi che non è mai entrata in disuso e continua ai giorni nostri con qualche variazione sul tema, ma il nocciolo della questione è sempre quello da tempo immemorabile: sono il più forte e quindi tu devi sottostare alla mia forza. Fin qui tutto chiaro, ma che cosa succede quando la natura apparentemente non è d'accordo? La natura non si cura delle nostre manovre di piccole formiche in agitazione su un piccolo pianeta, va semplicemente per la sua strada. Questo, però, è proprio il problema per gli invasori di ogni epoca: la natura non aiuta nessuno, neanche loro! Vediamo alcuni casi eclatanti che riguardano l'Impero mongolo e quello spagnolo.

Arrivano i mongoli, o no?

L'Impero mongolo (1206-1368) è stato il secondo impero più vasto della storia (il primo fu quello britannico), coprendo,

all'apice della sua estensione, 24 milioni di chilometri quadrati, con una popolazione intorno ai 100 milioni di persone, il 25,6 per cento del totale mondiale dell'epoca. Fu il più vasto impero con totale continuità territoriale e il più vasto impero di terra, superando sotto questo aspetto persino l'Impero britannico del 1921. La sua costituzione fu rapidissima, in quanto la sua superficie passò da 4 a 24 milioni di chilometri quadrati in soli 73 anni, ma anche il suo crollo fu molto veloce. Fu infatti formalmente riunito un'ultima volta nel 1309 con una superficie di 23,5 milioni di chilometri quadrati. Queste cifre la dicono lunga sulla vocazione guerriera e sull'aggressività di questo impero, aggressività di cui fecero le spese molti popoli.

L'impero fu fondato da Genghis Khan (*Temüjin Borjigin* in lingua mongola) nel 1206, dopo aver unificato le tribù turco-mongole del khanato *khamag* e aver conquistato vasti territori nell'Eurasia continentale (Figura 51). Fu sicuramente la massima potenza medievale e uno degli stati più vasti di tutti i

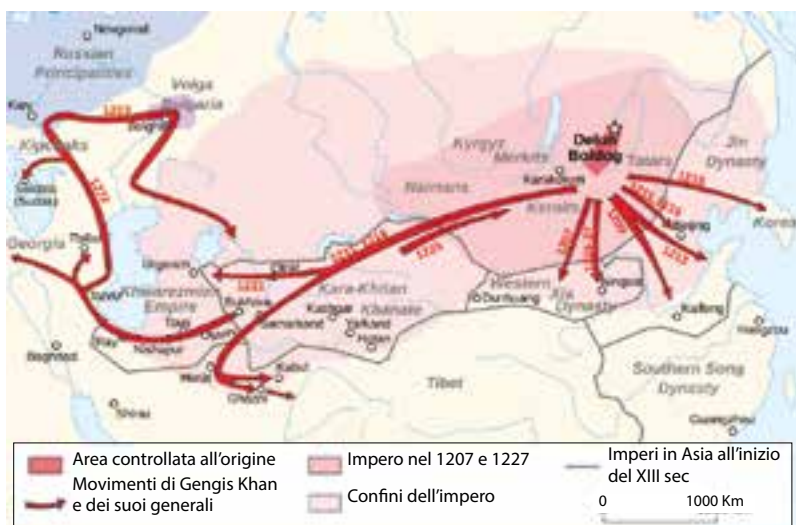


Figura 51 Mappa dell'Impero mongolo nel XIII secolo e avanzata di Genghis Khan.

tempi, che alla sua massima espansione nel 1279 controllava un'area che si estendeva dalla Corea a parte della Polonia (Figura 52), e disponeva del più grande esercito del suo tempo. L'influenza che esercitò su cultura, commerci e demografia fu enorme in tutte le terre dell'Eurasia tra il XIII e il XIV secolo e portò all'inizio della storia moderna di stati come Russia, Turchia, Cina, Iran e India.



Figura 52 In verde l'estensione dell'Impero mongolo intorno al 1279, periodo della sua massima espansione.

Come si vede dalla mappa dell'avanzata delle truppe di Genghis Khan in Figura 51, i mongoli arrivarono alle porte dell'Europa occidentale e conquistarono quasi tutta l'Asia continentale, ma non riuscirono ad andare oltre. Perché? Le ragioni possono essere tante, la prima sicuramente da attribuirsi alle criticità politiche legate alla vastità dei territori da amministrare e tenere in qualche modo uniti. Tuttavia, ci chiediamo ancora una volta, il tempo atmosferico influì oppure no? Sembra di sì.

Ungheria (1242)

La prima domanda riguarda il motivo, in apparenza inspiegabile, per cui i mongoli si ritirarono una volta giunti in Ungheria nel 1242. Come mai un'armata così forte e senza rivali si fermò e ripiegò senza conquistare queste terre? Le speculazioni storiche non si contano, ma questa volta sembra proprio che il maltempo causato da un repentino cambiamento climatico abbia esercitato un'influenza determinante.

Il dendrocronologo (scienziato che si occupa dei paleoclimi

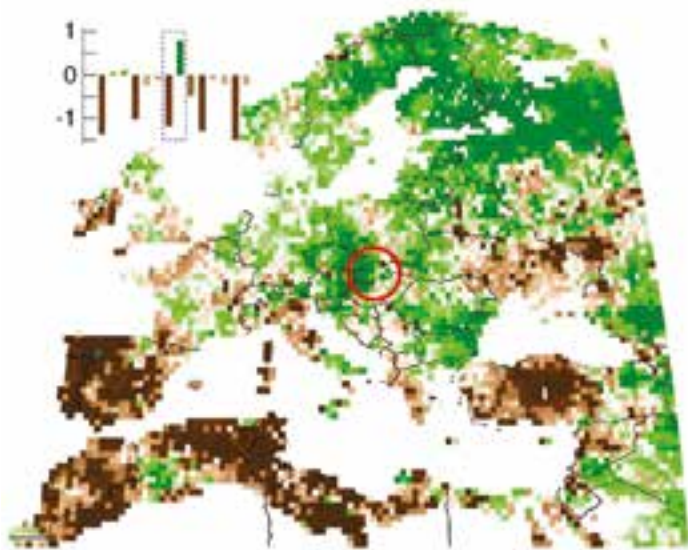
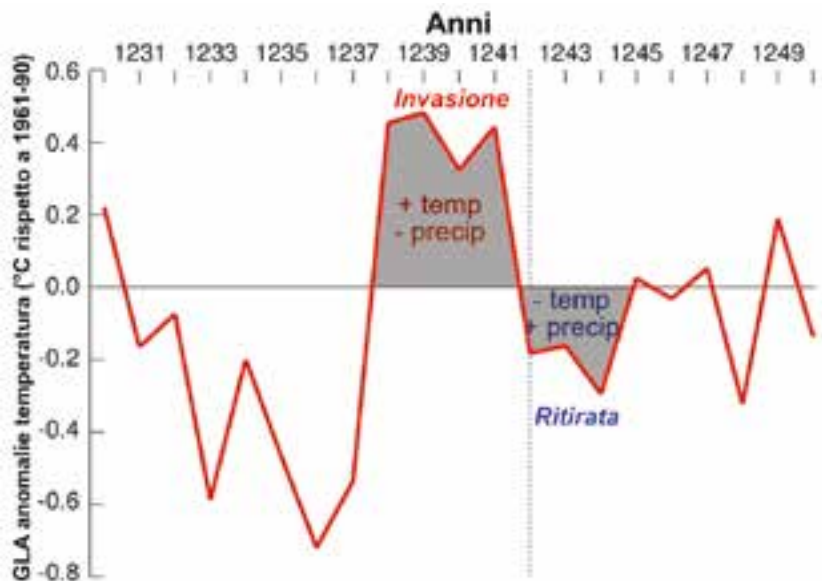


Figura 53 Sopra: anomalie di temperature in giugno-luglio-agosto ($^{\circ}\text{C}$ rispetto al periodo di riferimento 1961-1990) mediate tra due ricostruzioni di temperatura indipendenti basate sull'analisi degli anelli degli alberi delle Alpi austriache e dei Carpazi romeni. Sotto: mappa dell'umidità del suolo di giugno-luglio-agosto nel 1242. Immagine modificata dall'originale di Büntgen e Di Cosmo 2016. Per gentile concessione degli autori, su licenza CC-BY-4.0.

attraverso l'analisi degli anelli di accrescimento degli alberi) Ulf Büntgen e lo storico dell'Asia orientale Nicola Di Cosmo hanno pubblicato nel 2016 un articolo frutto delle loro ricerche sull'invasione mongola dell'Ungheria sulla rivista *Scientific Reports*. Come si nota in Figura 53, i dati sembrano indicare che a una serie di estati calde e asciutte (dal 1238 al 1241) fecero seguito all'inizio del 1242 condizioni climatiche caratterizzate da freddo e umidità. In particolare, la pianura ungherese (circoletto rosso in basso in Figura 53) era interessata da una forte umidità del terreno, come mostrano i dati.

Gli autori dello studio avanzano l'ipotesi suggestiva, ma molto realistica, che le piogge battenti abbiano trasformato l'intera pianura ungherese (*pustza* in lingua magiara) tra i Carpazi, le Alpi austriache e le Alpi Dinariche in un acquitrino fangoso, rendendo rari i pascoli e diminuendo la mobilità e l'efficienza bellica della cavalleria mongola, punto di forza militare dell'impero. Al contempo, saccheggi e spopolamento contribuirono molto probabilmente a causare diffuse carestie. È plausibile che queste circostanze sfavorevoli abbiano influito sulla decisione dei mongoli di abbandonare l'idea di annettere l'Europa dell'Est e fare ritorno in Russia.

Giappone (1274 e 1281)

Rimaniamo con i mongoli, ma questa volta ci dirigiamo verso il Giappone, a lungo concupito dall'Impero mongolo. Se possibile, in entrambi i tentativi di invasione del 1274 e del 1281 gli interventi del tempo atmosferico furono ancora più evidenti di quelli che abbiamo visto finora in occasione di altri accadimenti storici. In questi due eventi incontriamo un protagonista assoluto della meteorologia dell'Oceano Pacifico, il tifone. Non esattamente un fenomeno da sottovalutare.

Ricordiamo brevemente che un tifone è un ciclone tropicale di enormi dimensioni che si sviluppa tra 180°E e 100°E nell'emisfero nord sul Pacifico e che produce venti sostenuti di forza-uragano (ricordiamo che il nome sull'Atlantico di queste perturbazioni è, appunto, uragano) di almeno 119 chilometri all'ora. La regione è denominata Bacino Pacifico del Nordovest e conta circa 1/3 dei cicloni tropicali del pianeta. Un esempio recente di tifone devastante è visibile in Figura 54. Si tratta del supertifone Hagibis dell'ottobre 2019, caratterizzato da venti fino a 195 chilometri all'ora e che provocò circa 17,3 miliardi di dollari di danni, 90 vittime e 9 dispersi. Capiamo facilmente come fenomeni meteorologici di questa portata possano influire in linea di principio su qualunque iniziativa umana.

Torniamo al XIII secolo per scoprire che Kublai Khan della dinastia Yuan, una volta sottomesso nel 1273 il Regno di Corea



Figura 54 Il supertifone Hagibis il giorno 11 ottobre 2019. L'immagine catturata dal satellite Suomi NPP di NASA-NOAA mostra l'occhio circondato da intensi temporali e da una lunga coda di nubi che copre l'intero Giappone. Per gentile concessione di NASA-NOAA.



Figura 55 Invasioni mongole del Giappone nel 1274 e nel 1281.

e averlo reso vassallo, mise in piedi due considerevoli sforzi, nel 1274 e nel 1281, per conquistare l'arcipelago giapponese (Figura 55). Entrambi i tentativi furono segnati da insuccesso ed ebbero un notevole impatto sulla successiva storia del Giappone. Le invasioni sono denominate nella tradizione popolare come i primi eventi in cui è usata la parola *kamikaze* («vento divino»), probabilmente originata dalla presenza dei due tifoni che si opposero alle flotte Yuan. Ancora una volta, cambiano le coordinate geografiche, ma la potenza divina viene chiamata in causa anche se stiamo parlando di eventi naturali.

La prima invasione iniziò il 2 novembre 1274 dalla provincia di Gyeongsang del Sud, in Corea. Come indicato da J. Neumann, l'esercito mongolo era composto da 20 000 mongoli e cinesi, 8000 coreani e circa 7000 marinai coreani e cinesi. La flotta comprendeva circa 300 grandi navi e da 400 a 500 mez-

zi navali minori. Le truppe mongole sbarcarono sull'isola di Tsushima due giorni dopo, il 4 novembre. I giapponesi avevano visto avvicinarsi le navi mongole e organizzarono una strenua difesa, anche se lo squilibrio delle forze era enorme con 80 samurai e il loro seguito da una parte e la preponderante forza d'invasione dall'altra. La disfatta giapponese avvenne in maniera molto rapida. Stesso copione si ripeté dopo lo sbarco sulla limitrofa isola di Iki.

I mongoli, dopo un breve tragitto via mare, approdarono nella baia di Hakata a poca distanza da Dazaifu, l'antica capitale amministrativa dell'isola di Kyushu. Le armate erano composte più o meno da 3000 uomini ciascuna, ma i mongoli potevano contare su ampie riserve. I giapponesi, però, si preparavano a una difesa all'ultimo sangue a Mizuki («Castello dell'acqua»). Tuttavia, l'attacco mongolo non si verificò mai. Il mattino successivo la maggior parte delle navi Yuan erano sparite. Secondo quanto scrive un cortigiano giapponese nel suo diario il 6 novembre, un improvviso vento contrario tenne lontana la flotta Yuan. Alcune navi si arenarono sulla costa e circa 50 soldati vennero catturati e giustiziati sul posto. Secondo la versione Yuan, «una forte tempesta iniziò e molte navi da guerra vennero scagliate sulle rocce e distrutte». Non è certo se la tempesta ebbe luogo nella baia di Hakata o se la flotta aveva già spiegato le vele verso la Corea e l'abbia incontrata sulla via del ritorno. Si trattò di un tifone? Può essere, ma consideriamo anche che la tempesta fu probabilmente uno solo dei motivi che consigliarono ai mongoli una rapida ritirata: l'altro motivo era il timore di un attacco notturno da parte dei giapponesi.

La seconda invasione avvenne nel secondo mese lunare del 1281, con la preparazione di 900 navi in Corea e 3500 nel Sud della Cina, con una forza d'attacco combinata di 142 000 uomini tra soldati e marinai. La flotta mongola proveniente dalla Corea

attaccò Tsushima il 9 giugno e Iki il 14. Le truppe mongole si diedero al massacro anche di donne e bambini, una vera matanza.

La flotta coreana avrebbe dovuto, secondo i piani, attendere quella proveniente dalla Cina a Iki, ma i comandanti disobbedirono e iniziarono l'invasione da soli. Le forze mongole vennero divise in due e attaccarono la baia di Hakata e la provincia di Nagato. In entrambi i casi furono respinte dai giapponesi ben attestati e fortificati. A seguito della riunificazione delle due flotte (quella proveniente dalla Corea e quella proveniente dalla Cina), si dovette procedere a organizzare i comandi e le operazioni prima di fare vela sull'isola di Taka. Dopo la presa dell'isola, l'armata Yuan avanzò su Hakata. Ne seguì una battaglia di due settimane nella campagna, che entrò poi in una situazione di stallo.

Il 12 agosto i giapponesi ripeterono la loro tattica di guerriglia con piccoli raid sulla flotta di invasione, che durarono tutta la notte. I mongoli risposero legando le navi tra loro con catene e piattaforme per consentirne la difesa. Il 15 agosto un grosso tifone proveniente da ovest, conosciuto in giapponese come *kamikaze*, colpì la flotta mongola all'ancora e la distrusse. Capendo che il tifone era in avvicinamento, i marinai coreani e cinesi si ritirarono per attraccare senza successo nella baia di Imari, dove vennero raggiunti dalla tempesta. Migliaia di soldati finirono in mare abbracciati a pezzi di legno delle navi distrutte o semplicemente trasportati sulla costa dalla furia delle onde. I difensori giapponesi uccisero tutti coloro che trovarono tranne i cinesi del Sud, perché pensavano che fossero stati costretti a unirsi alle forze mongole di attacco al Giappone.

Un testimone d'eccezione, messer Marco Polo da Venezia, scrive: «Ora accadde un giorno che un vento di burrasca spirasse dal nord e che le truppe convenissero che, se non fosse-



Figura 56 Autore sconosciuto, rotolo illustrato che mostra il samurai Takezaki Suenaga che combatte i guerrieri mongoli nella battaglia di Bun'ei nel 1274, 1293 circa.

ro fuggite, le loro navi sarebbero state fatte a pezzi. Così tutti si imbarcarono e lasciarono l'isola e fecero vela verso il mare aperto. E lasciatemi dire che, quando avevano navigato per circa quattro miglia, il vento iniziò a rinfrescare e si verificò un tale affollamento di navi che molte di esse vennero distrutte dalle collisioni con le altre». Messer Polo riferisce che una gran parte della flotta mongola finì distrutta e vi furono così tante vittime che soltanto 30 000 uomini scamparono al disastro.

Secondo un sopravvissuto cinese, dopo il tifone il comandante Fan Wenhui raccolse le navi rimaste in condizioni migliori e fece vela per il ritorno. Tutto ciò mise fine alle ambizioni mongole sul Giappone, che rimase indipendente e continuò per la sua strada senza occupanti stranieri.

Altra considerazione storica da fare su queste due invasioni riguarda le tecniche belliche e le armi. I giapponesi erano



usi combattere da più di cinquant'anni le loro guerre interne al paese con duelli personali che prevedevano l'utilizzo di armi da taglio tradizionali, nonché di un codice morale militare rigoroso e stringente. I mongoli, invece, spostavano unità di fanteria ben organizzate, coordinate e numerose che facevano uso anche dei primi esemplari di granata esplosiva e armi incendiarie. Lo si vede molto bene nella raffigurazio-

ne dell'epoca in Figura 56. Nessun generale nipponico, quindi, poteva avere un'idea precisa dei movimenti dei mongoli, perché le loro strategie gli erano abbastanza estranee dovendo manovrare truppe raccolte per l'occasione.

A parte le inevitabili esagerazioni di storici dell'epoca più o meno improvvisati o di parte, il fatto che rasenta veramente l'incredibile sono i due tifoni che colpiscono i mongoli in occasione di entrambi i tentativi di invasione del Giappone a distanza di sette anni l'uno dall'altro. Non c'è, ovviamente, nulla di soprannaturale, perché i tifoni sono fenomeni meteorologici assai frequenti in quelle acque anche ai nostri giorni e continuano a fare morti e danni. Tuttavia, non posso biasimare i giapponesi dell'epoca nell'assegnare il termine *kamikaze* a questi tifoni. Nonostante le numerose perdite, l'avevano scampata bella e l'intervento divino sembrava proprio spiegare l'accaduto!

L'Armada Invencible

Lasciamo scorrere il tempo e tratteniamoci sul limitare del xvi secolo. Spagna e Inghilterra si contendevano il dominio dei mari ed erano in lotta per il predominio su estese colonie.

In questo contesto ha luogo la guerra anglo-spagnola avvenuta tra il 1585 e il 1604, parte della cosiddetta guerra degli Ottant'anni. Questo conflitto era iniziato nel 1585 attraverso l'invio di truppe inglesi in aiuto alla Federazione (o Repubblica) delle Sette Province Unite protestanti (Olanda, Zelanda, Utrecht, Gheldria, Overijssel, Frisia e Groninga), a cui veniva negata l'indipendenza dalla Spagna cattolica.

L'Armada Invencible (la reale denominazione in spagnolo è *Grande y Felicísima Armada*) fu la flotta varata dal re di Spagna Filippo II nel 1587 e composta da 130 unità navali (tra cui 65 galeoni e 4 galere, benché quest'ultime rimasero nel porto di Lisbona e non parteciparono alla spedizione) e circa 30 000 uomini. Filippo II progettava inizialmente di mettere insieme una flotta di almeno 500 navi e di farle navigare in formazione da Lisbona al Canale della Manica. Qui giunte, esse avrebbero dovuto imbarcare l'esercito della coalizione anti-Elisabetta I e trasbordarlo in Inghilterra, nel Kent, dove avrebbe avuto facile ragione delle truppe inglesi per poi marciare su Londra. Il progetto iniziale, però, non poté essere messo in atto completamente a causa delle frequenti incursioni di Sir Francis Drake (Figura 57) nei Caraibi e nell'Oceano Atlantico, per cui alla fine furono varate solo 130 navi.

Tutto ciò perché Filippo II aveva in animo di contrastare la crescente potenza commerciale sui mari dell'Inghilterra e di terminare il conflitto (tra l'altro mai dichiarato) che da due anni veniva combattuto da entrambe le parti. Sir Francis Drake, infatti, altri non era che il corsaro della regina Elisabetta I.

Filippo II aveva ambizioni al trono d'Inghilterra su cui vantava diritti in quanto era stato consorte della regina Maria I d'Inghilterra. Come vediamo, ancora una volta, la religione ha poco a che vedere con le reali motivazioni di una guerra e molto più importanti sono le ragioni economiche e politiche che ne determinano lo scoppio.

L'impresa spagnola non iniziò sotto i migliori auspici perché nel 1588 Álvaro de Bazán, comandante designato dell'Armada, morì e al suo posto venne nominato Alonso Pérez de Guzmán y Sotomayor.

Il secondo tentativo ebbe luogo nel maggio del 1588, ma la flotta venne sorpresa in mare da una bufera e dovette riparare nel porto di La Coruña per rimediare ai danni.

Eccoci al terzo tentativo del luglio 1588. La flotta salpò il 29 luglio, comandata dal duca di Medina Sidonia (giovane e inesperto per il comando), e fece il suo ingresso nella Manica. La flotta si muoveva con lentezza ed era schierata con una tattica da esercito terrestre: la prima fila era composta dai vascelli da battaglia più potenti, seguita da quattro file di trasporti e dal resto della flotta a scaglioni.

Gli inglesi attaccarono l'Armada una prima volta il 30 luglio, davanti a Devon. La flotta inglese, 200 vascelli ormeggiati a Plymouth, poteva contare su almeno tre navi che a buon di-



Figura 57 Marcus Gheeraerts il Giovane (1561-1636), *Ritratto di Sir Francis Drake*, dopo il 1590, Buckland Abbey, Yelverton, Devon.

ritto potevano considerarsi vere e proprie macchine da guerra dell'epoca: l'ammiraglia *Ark Royal* (38 cannoni), comandata da Lord Howard di Effingham; la *Revenge* (36 cannoni), comandata da Sir Francis Drake; la *Victory* (44 cannoni), comandata da Sir John Hawkins. Sono navi che sono entrate nella storia della marineria e i loro comandanti erano uomini di mare di grandissimo valore. Le navi inglesi erano tecnicamente superiori a quelle spagnole, in quanto l'affusto navale dei cannoni consentiva loro di far fuoco molto più velocemente e con maggiore precisione. I cannoni inglesi erano tutti pesanti, con proiettili tra 18 e 42 libbre, mentre le navi spagnole avevano ancora piccoli cannoni in funzione antiuomo. Sparavano con lentezza tentando, dopo ogni salva, di manovrare le navi per l'abbordaggio. Infine, la maggiore leggerezza e manovrabilità delle navi inglesi completava il quadro.

Gli inglesi non riuscirono a infliggere troppi danni agli spagnoli in questa prima battaglia, anche se qualche perdita era da mettere in conto. Il 2 agosto l'Armada cercò di distruggere l'avanguardia inglese, che però si salvò grazie alla marea e ai venti favorevoli. Il 6 agosto l'Armada gettò le ancore nel porto di Calais per imbarcare l'esercito di terra. La notte del 7 agosto otto navi incendiarie inglesi vennero inviate improvvisamente contro le navi spagnole, disperdendole in una gran confusione (Figura 58). La battaglia di Gravelinga (come viene chiamata) che seguì fu disastrosa per gli spagnoli, che persero tre galeoni e dovettero prendere il largo sulla Manica. Ormai era chiaro che le truppe spagnole non sarebbero riuscite nel loro intento di sbarcare sul suolo inglese. I comandanti spagnoli, pur non totalmente battuti sul mare, decisero di desistere dallo scopo iniziale e cercarono di effettuare una riorganizzazione della spedizione.

Volevano a questo punto ritornare verso la madrepatria, ma i venti erano contrari. Per cui decisero di puntare a nord,



Figura 58 Philip James de Louthenbourg (1740-1812), *Sconfitta dell'Armada spagnola, 8 agosto 1588*, 1796, National Maritime Museum, Greenwich Hospital Collection, Londra.

navigando tra le Orcadi e le Shetland, per poi fare vela verso sud passando a ovest dell'Irlanda (Figura 59). Gli inglesi in un primo tempo si lanciarono all'inseguimento dell'Armada, ma poi desistettero pur nella consapevolezza che gli spagnoli sarebbero tornati. Il 10 agosto si assistette a un altro attacco della flotta inglese, ma senza conseguenze fatali per l'Armada, che si era nel frattempo riorganizzata. Le flotte erano separate e andavano ciascuna per la propria strada.

È proprio in questo frangente che la meteorologia si mette di mezzo. Una serie di tre spaventose tempeste si abbatté sulla flotta in ritirata. La prima sorprese gli spagnoli il 12 agosto, al largo delle isole Orcadi e presso le isole Shetland; la seconda il 12 settembre al largo delle coste irlandesi, seguita dopo pochi



Figura 59 Il tragitto della spedizione dell'Armada Invencible nel 1588.

giorni da una terza al largo delle coste del Connacht (sempre in Irlanda). Insomma, se gli spagnoli avevano ancora qualche speranza di portare a termine la loro impresa di conquista del suolo inglese, dovettero riporla in buon ordine.

Che cosa rimaneva della Armada Invencible? Di 138 navi e circa 24 000 uomini salpati da Lisbona, 45 imbarcazioni e 10 000 uomini andarono perduti. La grande impresa di Filippo II era sfumata, e lo stesso sovrano cattolico pensò che Dio proteggesse i protestanti e che ce l'avesse con lui e con i suoi seguaci per avere avuto l'ardire di imbarcarsi in un'impresa del genere.

Facciamo ora una breve disamina dei fatti realmente accaduti, al di là della collera divina nella quale crediamo abbastanza poco. Dal punto di vista tattico, gli inglesi avevano una condotta di guerra marittima molto più all'avanguardia, basata su un'artiglieria navale pesante in grado di infliggere notevoli perdite agli avversari. Al contempo le loro navi erano più leggere, veloci e maneggevoli dei pesantissimi galeoni spagnoli, e questo dava loro un indubbio vantaggio di manovra. Gli spagnoli avevano una tattica di battaglia navale obsoleta, fondata sull'abbordaggio, che servì a ben poco contro gli sfuggenti vascelli inglesi. Forse anche l'inesperienza dei comandanti giocò un ruolo decisivo: non basta essere nobili per essere buoni generali.

Ma non è tutto. Gli spagnoli sperimentarono in pieno i rischi connessi all'attacco via mare dell'arcipelago britannico con le sue tempeste e fortunali. Le acque britanniche, soprattutto quelle sulle coste occidentali esposte alle tempeste dell'Oceano Atlantico, sono tutt'altro che facili e i marinai inglesi le conoscevano a menadito, mentre gli spagnoli no. Il tempo meteorologico avverso si rivelò in qualche modo cruciale e per gli spagnoli furono guai seri. Questo spiega almeno in parte come la Gran Bretagna si sia sempre difesa parecchio bene contro i suoi potenziali invasori. Il tempo atmosferico è sempre stato un suo poten-

te alleato e i britannici sono abituati a vivere in un arcipelago in mezzo all'Oceano Atlantico spazzato dai venti e dalle tempeste. Non per niente c'è un detto britannico molto salace che suona più o meno così: «Nebbia sulla Manica, il continente è isolato!». La meteorologia moderna è infatti nata in Inghilterra!

7. Siccità e niente pane? Che mangino brioche!

Come un anticiclone e la grandine gettarono le basi della Rivoluzione francese

L'anno indissolubilmente legato nel nostro immaginario alla *Révolution Française* è il 1789, quando ebbero luogo alcuni degli avvenimenti cruciali del percorso rivoluzionario: la prima riunione degli Stati generali, l'Assemblea del Terzo Stato che si proclama Assemblea nazionale, il Giuramento della Pallacorda, la Presa della Bastiglia, l'abolizione del feudalesimo, la pubblicazione della *Dichiarazione dei diritti dell'uomo e del cittadino*, la nazionalizzazione delle proprietà del clero e la proclamazione della Corsica come parte integrante della Francia. C'è bisogno d'altro per dare al 1789 la palma di anno chiave della Rivoluzione? Certamente no. Tuttavia, questi avvenimenti non sarebbero accaduti, o almeno non con le modalità che conosciamo, senza una preparazione o senza che ci fossero delle ragioni profonde. Il clima o, se vogliamo, le condizioni meteo-climatiche fecero la loro parte anche in questo frangente, come vedremo.

Come rilevato da J. Neumann nei suoi studi del 1977 e del 1990, in Francia le classi povere nell'ultima parte del XVIII secolo costituivano circa il 90 per cento della popolazione del paese. Se al popolo aggiungiamo il cosiddetto «Terzo Stato», raggiungia-

mo circa il 98 per cento della popolazione. Il rimanente 2 per cento, che era detentore di enormi privilegi, era rappresentato da nobiltà e clero. Borghesia e sottoproletariato erano accomunati da una posizione subalterna nei confronti delle due classi apicali e sottoposti a un regime fiscale esoso e iniquo.

La disponibilità di pane e anche il suo prezzo sul mercato erano questioni di vitale importanza per le classi più povere. Di conseguenza, le fasce meno abbienti della popolazione erano molto esposte agli effetti del tempo atmosferico sulle colture agricole. Inoltre, siccome i contadini rappresentavano la stragrande maggioranza della popolazione, occorre concentrare l'attenzione sullo stato dell'agricoltura in condizioni di tempo atmosferico avverso e sulle conseguenti difficoltà per queste persone.

Bisogna considerare che le tecniche agricole erano scarsamente all'avanguardia e che il concime non era disponibile in quantità adeguate a soddisfare le necessità di preparazione del suolo. I campi erano troppo poco estesi, troppo frazionati, mal coltivati, anche considerando il semplice sostentamento del coltivatore. Infatti, i contadini non avevano cibo sufficiente per mantenere il bestiame e i campi erano lasciati non coltivati un anno su tre o, talvolta, anche un anno ogni due. Se ne può facilmente dedurre, quindi, che la pioggia era assolutamente vitale per le colture e che la siccità fosse una calamità senza rimedio. Consideriamo, infatti, che su 24 milioni di francesi dell'epoca circa 20 milioni erano contadini.

Gli eventi a sfondo economico che determinarono la situazione che portò alla rivoluzione furono diversi e provocarono malcontento e disordini nella popolazione. Dal 1778 ci fu il crollo dei prezzi agricoli della viticoltura, nel 1785 la siccità provocò un'enorme moria del bestiame e dal 1786 la produzione industriale entrò in crisi.

Nella primavera del 1788 accadde un fatto meteorologico di



Figura 60 La siccità della primavera del 1788 in Francia. La deviazione dei quantitativi di pioggia è espressa in percentuale della pioggia di aprile-maggio 1788 comparata con la media 1781-1790. Da Garnier 1974.

portata veramente devastante. Sulla Francia stazionò un anticiclone che tenne molto alta la pressione, impedendo di fatto la generazione di sistemi precipitanti degni di nota. A ciò si somma il 13 luglio un grande temporale grandinigeno di dimensioni inusitate su Francia e Olanda, che rovesciò a terra chicchi molto grandi e distruttivi, all'epoca definiti di grandezza «di una bottiglia da un quarto» e che richiedevano «tre giorni per sciogliersi». Insomma, poca pioggia (Figura 60) e temporali



Figura 61 Il vulcano Laki in Islanda ai nostri giorni.

distruttivi, due ingredienti che influiscono in maniera dirompente sulla produzione del grano con successiva impennata dei prezzi. Una delle concause della gravissima crisi agricola potrebbe inoltre essere stata l'eruzione pliniana del vulcano Laki, in Islanda (Figura 61), che durò dall'8 giugno 1783 al 7 febbraio 1784 con una coda eruttiva fino al 1785. Gli 8 milioni di tonnellate stimate di fluoro gassoso e i 120 milioni di diossido di zolfo emessi nel corso dell'eruzione formarono sull'Europa quella che fu chiamata la «foschia di Laki».

Dai dati disponibili da osservazioni dell'epoca, si calcola che il raccolto di grano del 1788 sia stato del 35-40 per cento inferiore alla media del periodo 1744-1788. Ciò si traduce in una sola terribile parola: fame.

A questo aggiungiamo che i poteri concessi al Parlamento all'inizio del regno di Luigi XVI subirono un tentativo di revoca messo in atto dal ministro della Giustizia di Francia, Chrétien-François de Lamoignon de Bâville, e dal controllore generale delle finanze, il cardinale Loménie de Brienne. La



Figura 62 Alexandre Debelle (1805-1897), *Giornata delle Tegole del 7 giugno 1788 a Grenoble*, 1889, Museo delle Rivoluzione francese, Vizille.



Figura 63 Jean-Pierre-Louis-Laurent Houel (1735-1813), *Presca della Bastiglia*, 1789, acquerello. Bibliothèque Nationale Française, Parigi.

protesta che ne seguì, nota come «Giornata delle Tegole» (*Journée des Tuiles*, Figura 62), del 7 giugno 1788, viene considerata da alcuni storici come un preludio alla rivoluzione. Lo scontro tra l'esercito francese e la folla insorta vide l'esercito battere in ritirata bersagliato dalle tegole e dai coppi che la folla lanciava dai tetti.

Ora, se le tecniche agricole in Francia all'epoca non fossero state così arretrate, l'evento non avrebbe probabilmente avuto conseguenze così gravi. Le classi lavoratrici spendevano oltre il 55 per cento dei loro guadagni nell'acquisto di farina e pane (i prezzi raggiunsero il loro massimo il 14 luglio del 1789, giorno della Presa della Bastiglia, Figura 63). Questa agricoltura di pura sussistenza, così dipendente dalle condizioni meteorologiche, indusse quindi una serie di rivolte contro le tasse feudali e contro le decime dovute alla Chiesa (i nobili, si noti, ne erano esenti).

La borghesia (il Terzo Stato) era in rivolta per ragioni contestuali al proprio status, mentre le classi povere avevano scarso interesse in questioni ideologiche ed erano interessate semplicemente a sopravvivere. In altre parole, si era ancora ben lontani dal coinvolgere il popolo in quel processo che porterà alla promulgazione della *Dichiarazione dei diritti dell'uomo e del cittadino* (Figura 64) il 22 agosto 1795.

La siccità del 1788 o, peggio, la carestia che ne seguì non fu ovviamente la prima causa della rivoluzione del 1789. Tuttavia, contribuì significativamente alla sua tempistica e alla violenza, in particolare al tipo specifico di violenza che precedette il luglio del 1789 caratterizzando molti eventi di quell'estate. Non si può dire che non ci fossero state rivolte per il pane negli anni precedenti perché, appunto, la popolazione era sempre sul ciglio della fame, ma queste rivolte furono di gran lunga più estese e violente, dato il carattere così estremo della siccità. Il susseguirsi di tali eventi, di conseguenza, portò al diffondersi

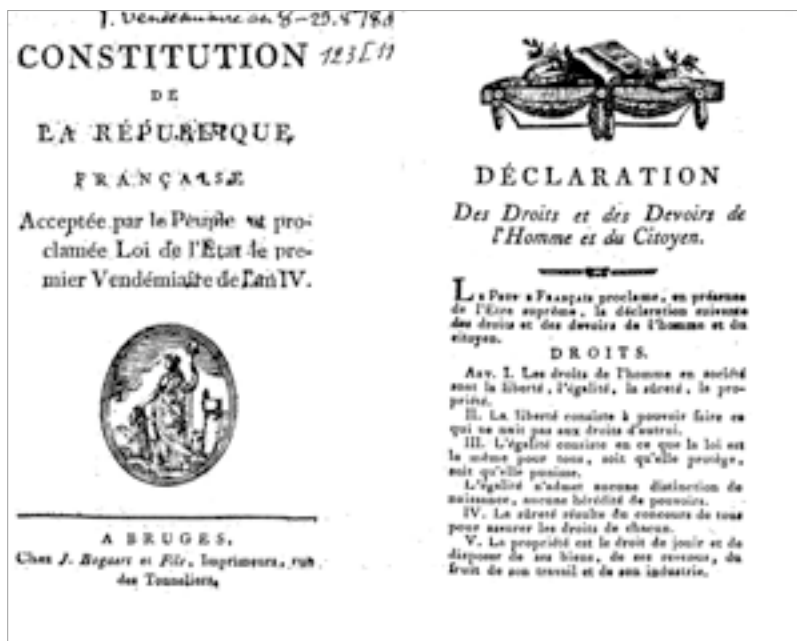


Figura 64 Dichiarazione dei diritti dell'uomo e del cittadino, 22 agosto 1795.

di un'isteria di massa che va sotto il nome di «Grande Paura del 1789» e che interessò gran parte della popolazione della Francia.

La siccità, però, non fu l'unica causa scatenante: come se non bastasse, un rigidissimo inverno fece la sua comparsa tra il 1788 e il 1789. Fu uno degli inverni più inclementi del periodo. A Parigi per ben 86 giorni le temperature scesero sottozero fino a -22°C . In conseguenza, nell'estate 1789 il pane raggiunse il prezzo più alto di tutto il XVIII secolo.

Infine, occorre ricordare che uno dei massimi fattori scatenanti della rivoluzione è stata la grave crisi finanziaria attraversata dal paese. Il politico e finanziere ginevrino Jacques Necker (Figura 65), ministro delle Finanze alla corte di Luigi XVI dal 1776 al 1781, cercò in ogni modo di risolvere la drammatica si-

tuazione. Tuttavia, le sue riforme fiscali incontrarono una forte opposizione, soprattutto tra la nobiltà, che temeva di perdere potere e privilegi. Necker giunse a proporre una tassa fissa del 10 per cento sui redditi, la definiremmo oggi una *flat tax*, ma la nobiltà non volle sentire ragioni. La bancarotta dello stato nel 1788 costrinse il re a richiamare Necker, il quale lo convinse



Figura 65 Ritratto di Jacques Necker (1732-1804). Incisione del 1789. Immagine di pubblico dominio.

che era necessario convocare gli Stati generali per affrontare riforme profonde. Tuttavia, nonostante i suoi considerevoli sforzi, Necker fu licenziato dal re nel 1789 a causa delle forti pressioni a cui era sottoposto, e questo fatto fu uno dei principali detonatori dell'aumento del malcontento tra le classi popolari, che culminò nella Presa della Bastiglia.

Quindi, se vogliamo tirare le somme, la siccità del 1788 e l'inverno che seguì contribuirono efficacemente allo scoppio della rivoluzione. È chiaro, tuttavia, che questo contributo delle condizioni

atmosferiche, e di conseguenza della carestia, poté esercitare tale influenza a causa delle disuguaglianze sociali e politiche del periodo nel paese. Circa il 90 per cento della popolazione viveva al livello di sussistenza o al di sotto di esso e molti erano indigenti in totale dipendenza dal prezzo di farina e pane. La nobiltà francese e la Chiesa, invece, godevano di privilegi

inimmaginabili, che erano stati addirittura estesi durante il regno di Luigi XVI. È chiaro che si trattava di una bomba innescata e pronta a esplodere, come poi in effetti successe. I patrizi del Terzo Stato iniziarono la rivoluzione e i popolani (i plebei) la completarono. Ma nel 1788 abbiamo visto che il clima fece senza ombra di dubbio la sua parte.

8. Il Generale Inverno contro Hitler

Il grande freddo e la difesa della Russia

Torniamo sul campo di battaglia e partiamo per la Russia. In questa terra almeno due condottieri pensarono di avere gioco facile, data la potenza dei loro eserciti, nel sottomettere il popolo russo, ma finirono entrambi per soccombere a una rovinosa disfatta. Merito dei russi e della loro determinazione a difendersi? Certamente, si potrebbe dire. Tuttavia, c'è una variabile in queste invasioni che bisogna tenere in conto quando si vuole capire perché gli eventi presero una piega specifica: la meteorologia e, in particolare, l'inverno russo. Le pianure della Russia sono sterminate e gli inverni di cui si può fare esperienza in questi luoghi particolarmente rigidi. Queste variabili non sono state prese in debita considerazione (sembra incredibile) nella pianificazione delle invasioni. Sia Napoleone Bonaparte sia Adolf Hitler non furono abbastanza accorti e previdenti, a quanto sembra.

Napoleone e la campagna di Russia

Iniziamo da Napoleone, che abbiamo già incontrato nel discutere la fine della sua parabola: la sconfitta subita a Water-

loo. Nell'autunno-inverno del 1812 le truppe di Napoleone, la *Grande Armée*, subirono uno smacco decisivo nella campagna contro la Russia. I combattimenti, le malattie e il freddo pungente uccisero l'80 per cento delle truppe napoleoniche. Che cosa accadde esattamente?

In primo luogo, occorre sapere che la stagione fredda in Russia dura all'incirca da novembre a marzo e gli inverni sono o «ragionevolmente» freddi, cioè con temperature che non vanno al di sotto di -15°C , oppure freddi, talvolta addirittura gelidi. Si susseguono anni in cui le temperature possono andare ben al di sotto di -25°C , anche nella capitale Mosca. Capiamo che in queste condizioni occorre essere ben temprati e adattati ed è chiaro che in generale gli eserciti stranieri non lo sono mai stati, visto l'esito delle loro spedizioni sul suolo russo.

Il secondo fatto importante riguarda la tattica utilizzata invariabilmente dai generali russi. Di fronte all'avanzata degli eserciti stranieri, si sono sempre ritirati bruciando tutto, letteralmente facendo terra bruciata all'invasore. Di questo, per esempio, fecero le spese le armate di Carlo XII di Svezia che furono sconfitte dalle truppe di Pietro I il Grande nel 1709, l'anno in cui vi fu l'inverno più rigido di tutto il XVIII secolo.

Napoleone, evidentemente, non fece tesoro di ciò che la storia gli avrebbe potuto suggerire e la sua campagna fu una delle più grandi che si possano ricordare, ma anche una delle più disastrose con un altissimo numero di vittime. L'invasione della Russia si rivelò una delle peggiori mosse che Napoleone fece nel suo desiderio di controllare tutta l'Europa.

Nel giugno del 1812 l'imperatore francese radunò la sua armata lungo il fiume Niemen, all'attuale confine tra Russia e Lituania. Si trattava di circa 700 000 uomini provenienti da tutti i paesi europei da lui controllati. La Russia schierava appena

280 000 uomini al confine con la Polonia. L'invasione ebbe inizio il 24 giugno con l'attraversamento del fiume.

I russi misero sin da subito in campo la loro tattica di scararmucce che provocarono sensibili perdite nelle file francesi. La campagna militare che vide in uso questa tattica bellica durò più del previsto e cominciarono a scarseggiare i rifornimenti di cibo per le truppe. Inoltre, i combattimenti e le malattie aumentarono il numero delle vittime, ma il destino dell'Armée sarebbe stato di gran lunga peggiore.

All'inizio di settembre l'esercito napoleonico diede inizio all'assedio di Mosca e il 7 dello stesso mese ebbe luogo la battaglia di Borodino, o della Moscova (Figura 66), che fu vinta dai francesi, sebbene il tributo pagato in vite umane fosse stato



Figura 66 Louis F. Lejeune (1775-1848), *La battaglia della Moscova*, 1822, Musée de l'Histoire de France, Versailles.

molto ingente. A questo punto l'esercito napoleonico era ridotto a poco più di 100 000 uomini, che trovarono una città vuota, con incendi appiccati dai russi in ogni dove. Napoleone si trattenne circa un mese nella capitale russa, con il freddo sempre più pungente, senza che i russi accennassero ad arrendersi e firmare un trattato di pace. L'Armée non aveva altra scelta che intraprendere quello che si prospettava come un duro e faticoso viaggio di ritorno. Cominciano così gli ulteriori guai con la meteorologia che lavora al fianco dei russi.

Napoleone sapeva benissimo che le temperature sarebbero state proibitive e quindi decise di marciare più a sud del tragitto che aveva percorso all'andata. I russi, però, non furono d'accordo e gli sbarrarono la strada. L'Armée fu così costretta a marciare più a nord con temperature decisamente inferiori alla media per il mese di ottobre, anche se ancora non estremamente basse. Le complicazioni iniziarono dopo il 9 novembre, quando le temperature scesero sotto i -11°C e l'esercito si trovava a 400 chilometri dal confine e a 400 chilometri da Mosca, a metà strada. Iniziarono le bufere di neve e i soldati non sapevano più che cosa fare per sopravvivere al freddo molto intenso. Si coprivano con abbigliamento depredato a Mosca, vestiti cinesi e tartari, pellicce da donna, sete, sciarpe, stoffe per avvolgere i piedi: si trattava di un disastro. Senza più viveri, i soldati mangiavano carne di cavallo e verdure avariate. Alcuni episodi di cannibalismo pare siano avvenuti in questo contesto catastrofico. I feriti venivano spesso abbandonati senza cure; i cavalli morivano a migliaia e venivano macellati; di conseguenza i carri pieni di bottino della campagna dovevano essere abbandonati. Anche gran parte dei cannoni furono lasciati indietro e finirono preda dei russi. Una curiosità molto indicativa dello stato delle truppe napoleoniche è riportata da Penny Le Couteur e Jay Burreson nel loro libro *I bottoni di Napoleone. Come 17 molecole hanno*

cambiato la storia. Sembra che i bottoni delle divise dell'Armée fossero fatti di stagno. Il motivo è che lo stagno è argenteo e malleabile, non si ossida facilmente all'aria e resiste alla corrosione. Tuttavia, lo stagno non resiste integro alle basse temperature. Infatti, qualora sia raffreddato da solido, cambia la propria composizione cristallina e diviene fragile (la cosiddetta «peste dello stagno»); per tale ragione oggi lo si trasforma in lega con alluminio e zinco, ma ai tempi di Napoleone questa non era una prassi consolidata. Quindi, alle temperature estremamente basse delle pianure russe i bottoni delle divise si rompevano e i soldati non potevano chiudere i cappotti, unica difesa contro il freddo terribile. Le conseguenze sono immaginabili.

Il 14 novembre si raggiunsero i -26°C e i -30°C il 1° dicembre, fino a toccare il picco negativo di tutta la spedizione a -37.5°C il 6 dicembre. La sensazione di freddo era inoltre acuita dal vento molto forte e teso (Figura 67) e dalle neviccate incessanti.



Figura 67 Vasily Vereshchagin (1842-1904), *Bivacco notturno della Grande Armée*, 1896-1897, Museo della Guerra patriottica, Mosca.



Figura 68 Adolph Northen (1828-1876), *La ritirata di Napoleone da Mosca*, 1851, collezione privata.

L'Armée dovette subire un'ulteriore decimazione e solo 1/3 degli uomini partiti da Mosca sopravvisse. Quindi, di tutti gli uomini che avevano passato il fiume Niemen, solo il 20 per cento, circa 60 000 uomini, fece ritorno.

La débâcle fu rovinosa e lo stesso Napoleone fu ferito. Proprio qui nelle pianure russe ha inizio il suo declino politico e militare. Nel 1814 è costretto ad abdicare. Il Generale Inverno lo aveva sconfitto sul campo. Ciò è vividamente raffigurato nel dipinto di Adolph Northen del 1851 (Figura 68). L'imperatore appare abbattuto e sconsolato, con le sue truppe demoralizzate e i morti congelati a terra che completano un quadro molto drammatico.

Sulle cause della disfatta il dibattito è ancora aperto. Napoleone stesso (insieme ai suoi storici di parte) attribuiva la sconfitta quasi esclusivamente al precoce inverno russo. In tempi recen-

ti, questa spiegazione è stata criticata e gli storici hanno fatto rilevare che la sconfitta iniziò già in estate, durante il viaggio d'andata della spedizione, e va addebitata principalmente alle difficoltà logistiche dell'avanzata in profondità sul suolo russo e ai problemi di trasporto e di rifornimento. Inoltre, lo storico britannico David G. Chandler rileva errori tattici e incertezze strategiche di Napoleone, alcune sue esitazioni e un decadimento in alcune fasi della campagna delle sue grandi capacità intellettuali e della sua energia fisica. Paradossalmente, però, nonostante la terribile disfatta gli eventi hanno aumentato la fama napoleonica facendone una vera e propria leggenda.

A questo aggiungiamo le capacità di resistenza e di guerra partigiana del popolo russo, che distruggeva il territorio di fronte all'avanzata francese, nonché le scelte tattiche dei generali russi, in particolare del maresciallo Kutuzov.

Comunque sia, l'inverno russo è uno dei meno clementi sulla faccia della Terra e non può non avere dato il suo contributo. Napoleone avrebbe perso ugualmente? Può darsi, anzi è quasi sicuro, ma il numero degli uomini morti nelle pianure russe forse sarebbe stato inferiore.

Hitler e l'aggressione all'Unione Sovietica

La vastità della Russia e il ricordo della sconfitta bruciante di Napoleone non fermarono un altro capo di stato, molto più vicino alla nostra epoca, dal tentare la stessa spedizione per sottomettere i russi. Stiamo ovviamente parlando di Adolf Hitler e della sua campagna di Russia, l'«operazione Barbarossa». Questo era il nome in codice per identificare l'aggressione all'Unione Sovietica da parte della Germania nazista, iniziata il 22 giugno 1941, durante la Seconda guerra mondiale. Il moti-



Figura 69 Diretrici d'attacco dell'operazione Barbarossa.

vo era prettamente ideologico e mirava a conquistare l'Unione Sovietica occidentale per ripopolarla di tedeschi, ampliando il *Lebensraum*, lo «spazio vitale» della Germania. Il *General Plan Ost* («Piano Generale Est»), ideato da Heinrich Himmler, prevedeva di sottomettere le popolazioni conquistate e farle lavorare a favore dello sforzo bellico dell'Asse, e di appropriarsi delle risorse petrolifere del Caucaso e di quelle agricole sovietiche.

L'operazione militare era stata decisa per la primavera del 1941 (intorno al 15 maggio) e le direttrici d'attacco pianificate con una manovra a tenaglia dalla Romania alla Finlandia (Figura 69). Tuttavia, dovette essere rimandata a causa della primavera molto piovosa che trasformò le strade russe, non asfaltate, in pantani impraticabili. Un rinvio fu inoltre suggerito anche dalla relativa scarsità di mezzi corazzati delle truppe tedesche. L'industria tedesca non era stata ancora completamente trasformata in un'industria di guerra e quindi le truppe spesso si muovevano su mezzi trainati da cavalli (Figura 70). Sia come sia, la decisione di posticipare l'attacco fu probabilmente fatale per i tedeschi, perché lo fece iniziare troppo avanti nell'anno, esattamente come era successo a Napoleone.

Le ostilità iniziarono il 22 giugno, due giorni prima dell'anniversario del passaggio di Napoleone del fiume Niemen di 129 anni prima. Le forze tedesche in campo schieravano 146 divisioni (19 delle quali corazzate e 14 di fanteria motorizzata), per un totale di 3 500 000 uomini, 3300 carri armati, 600 000 veicoli motorizzati (trasporti truppe, cannoni semoventi e veicoli anticarro) oltre a 7000 pezzi d'artiglieria, 2770 aerei e circa 625 000 cavalli. I sovietici schieravano 202 divisioni sull'intero fronte orientale, di cui 171 in prima linea. L'Armata Rossa disponeva in totale di 303 divisioni con 4 700 000 soldati, di cui 2 500 000 schierati a presidio del fronte ovest; 20 corpi meccanizzati, ciascuno con due divisioni corazzate e una mec-



Figura 70 Reggimento di fanteria della Wehrmacht nella pianura russa, nell'inverno del 1942.

canizzata, erano posizionati a distanze variabili da 50 a 400 chilometri dalle prime linee. Uno spiegamento impressionante di uomini e mezzi.

Non staremo a descrivere nei particolari l'attacco e i successi o gli insuccessi dei tedeschi, perché non è questo lo scopo del libro. Ciò che appare chiaro è che vi fu una generale sottovallutazione della forza russa da parte nazista. Il generale Franz Halder, capo di stato maggiore delle forze di terra tedesche, nell'agosto 1941 scriveva sul suo diario: «Abbiamo sottostimato il colosso russo. Le divisioni sovietiche non sono armate ed equipaggiate come le nostre, e sono impiegate male. Ma sono lì, e se ne distruggiamo una dozzina i russi semplicemente ne schierano un'altra dozzina. Loro sono vicini alle loro risorse, mentre noi ci allontaniamo sempre di più dalle nostre».

Di conseguenza gli assedi di Mosca e Leningrado si protrassero oltre il previsto giungendo alla fine dell'estate. Suona



Figura 71 Un Panzer iv delle truppe corazzate della Wehrmacht nella neve, in Russia, nel dicembre del 1941. Bundesarchiv Deutschland.



Figura 72 Una colonna dell'esercito tedesco avanza faticosamente nel fango, passando accanto a un carro armato sovietico distrutto. Per gentile concessione dello United States Holocaust Memorial Museum, Washington, DC.

familiare? La stessa situazione in cui si era trovato Napoleone: è proprio vero che la storia insegna ben poco al genere umano! Ancora una volta, il fronte si era dilatato troppo e le distanze per muovere i rifornimenti erano enormi, con le strade rese impraticabili dall'inverno alle porte. La Wehrmacht ebbe presto chiaro che non avrebbe preso Mosca e che non avrebbe potuto sostenere a lungo il contrattacco dei sovietici sul loro terreno. La neve, ancora una volta, si opponeva all'invasore (Figura 71), così come il fango (Figura 72).

Ne seguì l'inevitabile ritirata. L'esercito tedesco ebbe l'ordine di ripiegare e dirigersi verso sud per conquistare Stalingrado (oggi Volgograd). I sovietici, però, resistettero strenuamente e, dopo un anno di combattimenti, la Wehrmacht dovette arrendersi dopo essere stata decimata e avere subito l'onta della cattura del suo comandante in capo, il generale Friedrich Paulus. La battaglia di Stalingrado fu una delle più sanguinose di tutta la storia e divenne simbolo della resistenza sovietica.

Il discorso da farsi al termine di questa cronaca è sostanzialmente lo stesso che abbiamo già fatto per Napoleone. Il General Plan Ost prevedeva, come era stato il caso di Napoleone, una *Blitzkrieg*, una «guerra lampo» da concludersi in otto settimane, prima dell'inverno. La resistenza di Mosca e di Leningrado ne avevano però vanificato il disegno. Hitler, a differenza di Napoleone, era riuscito a superare l'inverno russo e questa era senza dubbio un'enorme vittoria. La controffensiva tedesca di primavera, dopo una serie apparentemente inarrestabile di vittorie, si impantanò nella battaglia di Stalingrado nella quale i russi opposero una fiera resistenza. Hitler arrivò a un passo dalla vittoria, molto più che Napoleone, ma è chiaro storicamente che la fine del Terzo Reich iniziò tra le rovine di Stalingrado, anzi, nella neve di Stalingrado.

Forse possiamo dire che, data la migliore organizzazione e

la superiorità tecnologica tedesca, le cose andarono meglio che a Napoleone dal punto di vista di resilienza a un clima e a una meteorologia ostili. Tuttavia, ancora una volta la vastità della Russia e il suo clima invernale molto duro svolsero il loro compito difensivo molto bene.

Non possiamo non menzionare la partecipazione italiana all'operazione Barbarossa decisa dallo stesso Benito Mussolini. Il Corpo di spedizione italiano in Russia (CSIR) era costituito da tre divisioni e raggiunse il fronte orientale a metà luglio 1941. Inizialmente fu inquadrato nell'11^a Armata tedesca e poi nel Panzergruppe 1 (1 gruppo corazzato) e partecipò alla campagna militare fino all'aprile 1942. Il calcolo di Mussolini era essenzialmente quello di Hitler: sperava che le ostilità avrebbero avuto un esito positivo in un breve lasso di tempo. Come scrive lo storico Renzo De Felice, la ragione principale che spinse Mussolini a partecipare alla campagna di Russia fu il timore che, dopo la vittoria tedesca, la sproporzione nell'apporto al conflitto avrebbe pregiudicato la posizione italiana rispetto a quella degli altri alleati della Germania. A questo aggiungiamo che il Duce si ergeva a campione della lotta contro il bolscevismo: la frittata è fatta e servita.

Perché «frittata»? Per diverse ragioni sia politiche sia di preparazione, equipaggiamento e scarsa conoscenza delle condizioni meteo-climatiche. Innanzitutto, consideriamo che la partecipazione degli italiani non modificava sostanzialmente, almeno all'inizio, i rapporti di forza sul campo, ma questo è un dettaglio tattico. In seguito, nel 1942, vennero aggiunti, su richiesta dei tedeschi, quantitativi importanti di artiglieria e automezzi che trasformarono la spedizione italiana nell'8^a Armata (Armata Italiana in Russia o ARMIR).

Tuttavia, il problema stava nell'insufficienza dell'equipaggiamento e dei mezzi in dotazione ai soldati italiani, come il freddo



Figura 73 La lunga colonna di soldati italiani in ripiegamento dopo la rotta seguita allo sfondamento sovietico sul Don, nel 1943. Associazione La Bassa, Latisana.

russo del bacino del Don evidenziò senza misericordia. Ricordate i bottoni di stagno dei soldati napoleonici? Siamo più o meno in condizioni analoghe, fatte le debite differenze dovute al passare del tempo. I soldati si batterono in modo molto efficace e con eroismo, come riconosciuto dagli stessi tedeschi, ma la situazione di battaglia nell'inverno russo era proibitiva per truppe e ufficiali scarsamente addestrati e mancanti di equipaggiamento e mezzi motorizzati, nonché poco avvezzi a combattere in ritirata. Dopo aver fermato l'avanzata delle truppe dell'Asse a Stalingrado l'Armata Rossa il 19 novembre 1942 passa al contrattacco: è l'«operazione Urano», una tenaglia per accerchiare da nord e da sud le forze tedesco-italiane. Il 16 gennaio 1943 inizia la ritirata (Figura 73): il Corpo d'Armata Alpino all'inizio contava 61 155 uomini. Dopo la battaglia di Nikolaevka, circa 13 420 uomini riuscirono a ritirarsi illesi, altri 7500 ne uscirono feriti o congelati e 40 000 uomini rimasero indietro, morti nella neve, dispersi o catturati. Migliaia di soldati vennero fatti prigionieri e portati

nei vari campi di concentramento. Un disastro totale che insegna molto sulle ambizioni del comandante in capo che di meteorologia e clima sapeva ben poco, purtroppo.

Tanti giovani italiani morirono per una guerra voluta da altri e per un'aggressione che non li vedeva partecipi. Fecero il loro dovere di soldati, ma il tributo di sangue fu elevatissimo. Li dobbiamo ricordare come fa magistralmente Giovannino Guareschi nel *Compagno don Camillo*. Ricordiamo con tenerezza e malinconia il Brusco, comunista di ferro, che ha promesso all'anziana madre di accendere un cero sulla tomba del fratello caduto in Russia: sarà don Camillo ad aiutarlo a raggiungere il posto esatto, un luogo sperduto sotto l'unico albero che si staglia solitario in un immenso campo coltivato a grano nella sterminata pianura russa.

Infine, per concludere questo nostro breve viaggio nelle traversie degli eserciti aggressori della Russia, è interessante notare come l'inverno russo sia diventato quasi una personificazione di queste difficoltà meteo-climatiche. È stato considerato un vero e proprio combattente a fianco del popolo russo, come si vede in Figura 74. Bisogna ammettere che non è una visione del tutto forzata o priva di fondamento.



Figura 74 Illustrazione su *Le Petit Journal* del 9 gennaio 1916 del Generale Inverno sul fronte orientale della Prima guerra mondiale, Bibliothèque Nationale de France, Parigi.

9. Il meteo perfetto per una bomba atomica

Il ruolo delle previsioni meteo nella
Seconda guerra mondiale

Siamo giunti molto vicini ai giorni nostri e abbiamo già iniziato a parlare di meteorologia durante la Seconda guerra mondiale con la Campagna di Russia. Rimaniamo in tema e scopriamo perché la meteorologia ha giocato un ruolo fondamentale nel conflitto quando questa scienza cominciava a costituirsi per come la conosciamo noi nel XXI secolo. Se prima del XX secolo parlare di meteorologia era ancora velleitario e rasentava le pratiche esoteriche, ora è diventato patrimonio condiviso da tutte e tutti quotidianamente. Siamo pronti a capire che la storia non la fanno solo gli esseri umani, ma anche gli elementi nella loro furia o semplicemente nel loro dispiegarsi durante le vicende umane. Ricordiamo ancora una volta che il tempo atmosferico, come tutti i fenomeni naturali, non ha caratteristiche morali o di giudizio, ma accompagna in modo del tutto indifferente le nostre vite. Tocca a noi cercare di non finire stritolati da fenomeni estremi da cui è difficile difendersi.

Non possiamo occuparci di tutte le vicende del secondo conflitto mondiale, ma ne scegliamo alcune delle più significative: lo sbarco delle truppe alleate in Sicilia con le accurate previsioni meteorologiche che lo precedettero, il D-Day e le

sue previsioni meteo molto difficili, l'offensiva delle Ardenne e infine Nagasaki che fu scelta al posto di Kokura per il primo bombardamento atomico della storia.

Lo sbarco alleato in Sicilia

La narrazione storiografica che riguarda la Seconda guerra mondiale vede sempre in primo piano l'evento che si giudica, certamente non a torto, come il più determinante, cioè lo sbarco degli Alleati in Normandia. Vero e corretto, ma la guerra andava avanti da un po' e vi furono eventi molto rilevanti che portarono alla caduta delle dittature dell'Asse. Uno di questi fu senz'altro lo sbarco alleato in Sicilia iniziato il 10 luglio 1943, che portò all'inizio della fine del fascismo, anche se ancora molti lutti e devastazioni avrebbero accompagnato il periodo

subito seguente.

Figura 75 Il generale britannico Bernard L. Montgomery (a sinistra) stringe la mano al generale statunitense George S. Patton (a destra) vicino a Palermo, il 28 luglio 1943.



L'«operazione Husky» (così venne chiamata in codice) fu quindi, senza troppa retorica, il nostro D-Day, il nostro «giorno più lungo». Il motivo dello sbarco si deve ricercare nella Conferenza di Casablanca (14-24 gennaio 1943) tra Franklin D. Roosevelt, Winston Churchill e Charles de Gaulle. Gli Alleati avevano ottenuto il controllo del Nord Africa e cercavano una via per l'assalto alla «Fortezza Europa». Dalla conferenza uscì vin-

cente il piano inglese di attaccare l'Europa dal suo «ventre molle», cioè l'Italia. La Sicilia era sicuramente la testa di ponte adatta allo scopo. Presero parte allo sbarco la VIII Armata britannica al comando del generale Bernard L. Montgomery e la VII Armata statunitense al comando del generale George S. Patton (Figura 75), riunite nel xv Gruppo d'armate al comando del generale britannico Harold Alexander. Il piano (Figura 76) era incentrato sullo sbarco britannico a est (la zona tra Capo Passero, Siracusa e Augusta) e americano a ovest (tra Licata, Gela e Vittoria). Lo sbarco, previsto per il 10 luglio, doveva essere preceduto da estesi bombardamenti e dal lancio di paracadutisti con alle spalle un'enorme flotta.

Inizialmente i soldati sul campo furono 160 000 e più che raddoppiarono nei giorni che seguirono lo sbarco (si arrivò a circa 500 000 uomini trasportati da circa 2600 navi). L'esito della campagna non fu proprio esaltante, perché gli Alleati non riuscirono a impedire la ritirata delle truppe italo-tedesche verso l'Italia continentale. Tuttavia, lo sbarco provocò la destituzione di Mussolini il 25 luglio (arrestato e sostituito da Pietro Badoglio), la caduta del fascismo e l'armistizio di Cassibile dopo il quale le forze armate italiane cessarono le ostilità contro le truppe alleate. Tuttavia, i bombardamenti fecero strage di siciliani riducendo l'isola a un cumulo di macerie. Gli uomini di Patton fecero il resto con l'ordine di sparare senza accettare la resa di nessuno, supportati, sembra, da alcol e anfetamine.

Al di là di queste e molte altre vicende storiche e umane, lo sbarco, che Churchill definì «la più grande operazione anfibia mai progettata nella storia», era strettamente collegato alle condizioni del tempo atmosferico.

Nel pomeriggio dell'8 luglio i meteorologi al lavoro nelle War Rooms della Valletta a Malta, avevano previsto che una massa d'aria polare avrebbe attraversato l'Italia diretta verso la Ju-



Figura 76 Piano di sbarco dell'operazione Husky del 10 luglio 1943: lo sbarco in Sicilia.



goslavia, con venti forti da nordovest per venerdì 9 luglio nel pomeriggio, che avrebbero creato difficoltà di navigazione alle flotte alleate, la cui partenza era prevista nella notte tra venerdì e il D-Day, fissato per sabato 10 luglio. Venerdì 9, verso le 12.00, mentre la flotta si avvicinava al punto di incontro a Malta, il vento iniziò a rinforzare e rese difficoltosa la navigazione soprattutto ai mezzi da sbarco, che nel tardo pomeriggio si trovarono ad affrontare una vera e propria tempesta; alcuni uomini caddero in mare. Alle 18.00 i venti avevano raggiunto i 37 nodi (68,5 chilometri all'ora) e anche i cacciatorpediniere di scorta ebbero seri problemi di navigazione a causa dei cavalloni, ma le previsioni assicuravano che la tempesta si sarebbe presto placata. Il comando alleato ebbe per alcune ore il dubbio se rimandare del tutto l'invasione. I meteorologi, tuttavia, assicurarono che ci sarebbe stato un miglioramento e quindi si decise di proseguire secondo i piani. A sera, in effetti, la tempesta diminuì d'intensità e poco dopo la mezzanotte il vento calò a meno di dieci nodi, permettendo ai radar della nave ammiraglia della flotta da sbarco statunitense, la nave d'assalto anfibio *uss Monrovia*, di individuare la costa siciliana a meno di 22 chilometri di distanza.

La sera del 9 luglio il vento quindi calò sensibilmente e i mezzi anfibi poterono percorrere l'ultimo tratto di mare in condizioni ottimali: infatti, il mare leggermente increspato rendeva i mezzi anfibi più difficili da individuare e colpire da terra. Era l'inizio della liberazione dell'Italia dal nazifascismo.

Dobbiamo rilevare che le truppe dell'Asse furono ingannate dal peggioramento iniziale e credettero di essere per il momento al sicuro da uno sbarco. Si trovarono, quindi, impreparate ad affrontare l'operazione. Come vediamo, le previsioni meteorologiche furono del tutto determinanti nello svolgersi di questi avvenimenti. Senza di esse lo sbarco in Sicilia non sarebbe avvenuto, almeno non con le modalità e la tempistica previste.

L'operazione Husky liberò l'isola dal nazifascismo, ma lo fece a prezzo di una lunga serie di crimini di guerra, commessi dagli americani, come testimoniato dai processi seguiti agli eventi. Gianluca De Feo sul *Corriere della Sera* del 19 agosto 2008 riferisce in modo molto ben documentato che ciò successe perché molti soldati americani interpretarono alla lettera il discorso motivazionale del generale Patton. Decine di soldati, graduati e ufficiali al processo per la strage di Biscari (73 prigionieri italiani fucilati sommariamente) testimoniarono: «Ci era stato detto che Patton non voleva prenderli vivi. Sulle navi che ci trasportavano in Sicilia, dagli altoparlanti ci è stato letto il discorso del generale. «Se si arrendono quando tu sei a due-trecento metri da loro, non badare alle mani alzate. Mira tra la terza e la quarta costola, poi spara. Si fottano, nessun prigioniero! È finito il momento di giocare, è ora di uccidere! Io voglio una divisione di killer, perché i killer sono immortali!» Si parla poco di questi fatti in Italia, ma in Nord America le vicende sono note e oggetto di studio da parte degli storici. Come, per esempio, gli eccidi commessi dal sergente Horace T. West, che ammazzò personalmente con il suo mitra 37 italiani, e quello del plotone d'esecuzione del capitano John C. Compton, che fece almeno 36 morti. Gli atti del tribunale militare recitano invariabilmente: «Tutti i prigionieri erano disarmati e collaborativi». A questi crimini di guerra sono da aggiungere furti, stupri e devastazioni. Inoltre, la mafia fu coinvolta e divenne di fatto la vera padrona dell'isola dopo che gli Alleati si diressero verso nord e il continente, un lato oscuro poco menzionato, ma pur sempre inquietante.

Per terminare questo resoconto in modo meno pesante, citiamo una curiosità di cui pochi sono al corrente e che riguarda un aspetto innovativo della preparazione dello sbarco in Sicilia. Le truppe alleate furono dotate di un manuale

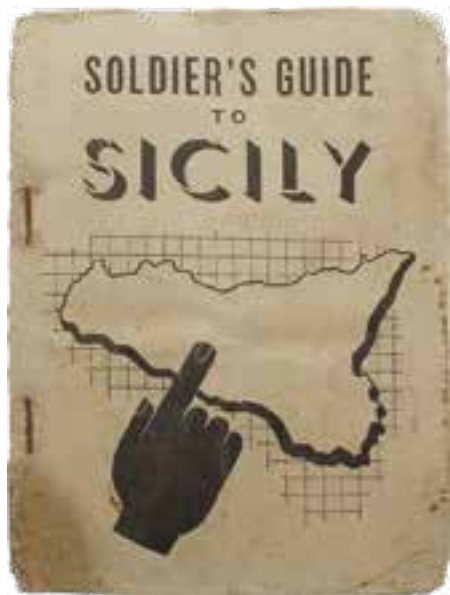


Figura 77 La *Soldier's Guide to Sicily* (in alto) e un soldato britannico che la legge in preparazione allo sbarco nel luglio 1943 (in basso).

intitolato *Soldier's Guide to Sicily* edito dal Foreign Office britannico (Figura 77), da portare nello zaino insieme all'equipaggiamento standard. Naturalmente la guida era frutto della convinzione dei britannici che fosse più produttivo, ai fini di una perfetta riuscita dell'opera di colonizzazione di popoli sconosciuti, conoscerli preventivamente: conoscerli per dominarli. Il manuale aveva lo scopo di fare in modo che le truppe familiarizzassero con la Sicilia che si apprestavano a invadere. Il testo contiene informazioni sulla geografia dell'isola, le sue divisioni amministrative, i trasporti, gli usi e i costumi della popolazione e infine un compendio di parole e frasi tradotte dall'italiano all'inglese. Tra gli ufficiali circolò uno studio dei costumi siciliani ancora più significativo e redatto da persone esperte e ben informate. In alcuni casi eclatanti che abbiamo menzionato, purtroppo, questi documenti

servirono a ben poco, ma chissà che non siano serviti in molti altri casi sconosciuti.

Andrea Camilleri, nel testo che accompagna l'edizione italiana di questa guida per i tipi di Sellerio, nel 2013, scrive queste illuminanti parole: «Io credo che sia assai utile, perché nella Guida, in filigrana, si può scorgere la malcelata valutazione, orgogliosa e colonialistica, che gli alti comandi alleati davano del loro compito. Che non era solo ed esclusivamente quello di combattere il nazifascismo ma anche di portare la loro idea di civiltà nei territori liberati, generalmente e genericamente considerati in stato di grande arretratezza. Ma Guerra e Civiltà sono parole di segno opposto. Metterle allora sullo stesso piano fu un errore soprattutto politico, errore dal quale pare che gli USA non si siano mai voluti emendare. Vuoi vedere che la guida che venne fornita ai soldati americani per la guerra del Golfo era suppergiù uguale a questa?». Molto interessante...

Lo sbarco in Normandia

Siamo giunti, attraverso altre vicende chiave della Seconda guerra mondiale, all'evento più importante che determinò una svolta fondamentale nello svolgersi del conflitto e condusse al suo epilogo. Stiamo parlando del D-Day per antonomasia, lo sbarco in Normandia. Proveremo, anche in questo caso descrivendo sommariamente i fatti, a rintracciare gli elementi meteo-climatici che sono intervenuti in questo evento storico.

Come la già vista operazione Husky, lo sbarco in Normandia (nome in codice «operazione Neptune», parte marittima della più ampia «operazione Overlord») fu uno dei più grandi attacchi anfibi della storia. Impiegò oltre 160 000 uomini e 6500 navi, nonché centinaia di aerei. Venne messo in atto dalle forze



Figura 78 Un mezzo anfibio Landing Craft, Vehicle, Personnel (LCVP) della *uss Samuel Chase* sbarca truppe della 1 Divisione dell'Esercito USA, il mattino del 6 giugno 1944 (D-Day), a Omaha Beach.

alleate durante la Seconda guerra mondiale per aprire un secondo fronte in Europa, dirigersi verso la Germania nazista e allo stesso tempo alleggerire il fronte orientale, sul quale da tre anni l'Armata Rossa stava sostenendo un violento conflitto contro i tedeschi.

L'invasione iniziò nelle prime ore di martedì 6 giugno 1944 (data conosciuta come *D-Day* in inglese e *Jour-J* in francese), quando toccarono terra nella penisola del Cotentin e nella zona di Caen le truppe alleate aviotrasportate, che aprirono la strada alle forze terrestri. All'alba del 6 giugno, precedute da un imponente bombardamento aeronavale, le fanterie sbarcarono su cinque spiagge situate lungo una fascia costiera lunga circa 80 chilometri sulle coste della Normandia. Nel settore statunitense

dell'invasione, tre divisioni di fanteria toccarono terra alle ore 06.30 sulle spiagge identificate come Utah e Omaha (Figura 78), mentre nel settore anglo-canadese, un'ora più tardi, altre tre divisioni sbarcarono in altrettante spiagge denominate Sword, Juno e Gold. Le truppe che raggiunsero queste spiagge subirono la furiosa reazione nemica, che in diversi settori (soprattutto a Omaha e Juno) fu molto pesante e causò gravi perdite. A seguito dello sfondamento del Vallo Atlantico predisposto dai tedeschi a difesa della costa, avrebbe preso il via la campagna terrestre di Overlord, con la battaglia di Normandia, in cui le armate alleate rafforzarono la testa di ponte nella Francia occupata e conquistarono i principali porti nordoccidentali del paese. Si spinsero poi verso l'interno fino a liberare Parigi. Quello che successe in seguito è noto e portò all'avanzata dei contingenti alleati fino a Berlino. Fine della guerra.

Facciamo un passo indietro di carattere meteorologico. Lo sbarco dell'operazione Overlord sarebbe dovuto avvenire il 5 giugno 1944 invece del 6, data in cui effettivamente si verificò. Come mai ci fu questo ritardo? La causa è meteorologica. Il gruppo di meteorologi delle truppe alleate, coordinati dal capitano britannico James M. Stagg della Royal Air Force, considerò a lungo lo stato del tempo con i mezzi osservativi a disposizione all'epoca. Tre gruppi di meteorologi furono messi a confronto con opinioni che si scontrarono reciprocamente per giorni testando la bontà delle previsioni. Di queste squadre faceva parte anche il meteorologo norvegese Sverre Pettersen, proveniente dalla scuola dell'Università di Bergen, di fatto la scuola che sancì l'inizio dei principi fondanti delle previsioni meteorologiche moderne. Stiamo parlando di persone di grandissimo valore scientifico che erano al servizio della causa alleata.

Il giorno ideale per lo sbarco avrebbe dovuto essere caratterizzato da luna piena, basse maree, cieli liberi, venti leggeri e mare

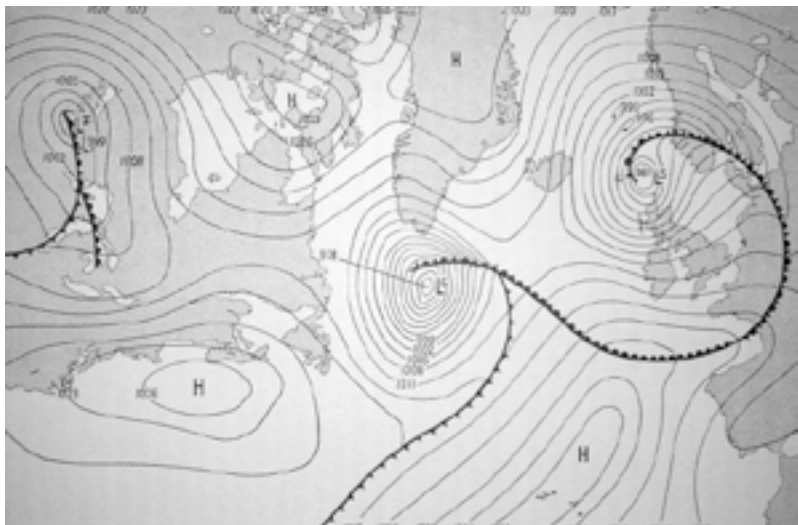


Figura 79 Carta del tempo del 5 giugno 1944 (si noti, disegnata a mano). Una bassa pressione a nord delle Isole britanniche è in movimento verso est e un'altra bassa pressione a sud della Groenlandia è in avvicinamento. Tra di esse la finestra di tempo sufficientemente buono che permise lo sbarco in Normandia.

non troppo mosso. Due periodi di questo tipo corrispondevano a questo scenario, ma solo uno poteva contare sull'appoggio di una luna piena, il lasso di tempo tra il 5 e il 7 giugno 1944.

È cruciale notare che un contributo fondamentale sopraggiunse da un singolo punto di osservazione, il faro di Blacksod nella contea di Mayo, a ovest dell'Irlanda. Da qui arrivarono le indicazioni prima di cattivo tempo e poi di una finestra di tempo in miglioramento tra il 5 e il 6 giugno che consentirono l'avvio dello sbarco (Figura 79). Furono Ted e Maureen Sweeney, la famiglia che si occupava del faro, a indicare la tempesta in avvicinamento al Canale della Manica già dal 2 giugno.

Stagg chiese di essere ricevuto da Eisenhower, capo delle operazioni, e lo esortò a rimandare di un giorno lo sbarco. Il generale si convinse e decise di attendere 24 ore. Sweeney aveva indicato che il cielo sarebbe stato piovoso il giorno 5, mentre il tempo

sarebbe stato accettabile il giorno seguente. Il comando decise di posticipare lo sbarco che ebbe poi effettivamente luogo con successo il giorno 6. Pensiamoci bene: una singola osservazione di un faro a ovest dell'Irlanda determinò il successo dello sbarco in Normandia! Sembra quasi incredibile, ma non lo è.

Un esame scientifico dei fatti condotto in tempi recenti su tutte le carte meteorologiche dell'epoca, sembra indicare che i meteorologi alleati in realtà fecero le previsioni giuste per la ragione sbagliata! Infatti, il centro di bassa pressione che avevano previsto in movimento verso nord-est si indebolì dirigendosi verso sudest. Le differenze di pressione sul Canale della Manica, infatti, generavano un tempo meno che ideale ed erano ancora sufficienti per generare un forte moto ondoso (1,5 metri) che causò mal di mare diffuso nelle truppe imbarcate su navi e mezzi anfibi, alta marea sulle spiagge con perdita di equipaggiamento e alcuni morti. Fortunatamente, l'influenza sullo stato del mare fu di entità sufficientemente lieve da consentire lo sbarco. Immaginiamo cosa sarebbe successo qualora si fosse deciso di sbarcare in condizioni di mare con onde tra 1,8 e 2,4 metri, se si pensa che nonostante le condizioni relativamente migliori diversi mezzi anfibi finirono impantanati e due dozzine di carri armati furono sommersi (Figura 80).

Le truppe tedesche, di contro, erano anch'esse in possesso di informazioni meteorologiche? E quanto precise? Sembra che la risposta sia affermativa, anche perché avevano intercettato le informazioni degli Alleati, ma reputarono il tempo del 6 giugno non abbastanza buono per permettere lo sbarco in sicurezza. Parecchi soldati e ufficiali furono gratificati di libera uscita in vista del brutto tempo. Errore fatale, non ci sono dubbi.

Dobbiamo considerare che le previsioni del tempo all'epoca erano ancora piuttosto soggettive e certamente non basate su sofisticati calcoli numerici come quelle attuali. Per esempio,



Figura 80 Mezzi cingolati e su ruota distrutti sulla costa durante lo sbarco a Juno Beach il 6 giugno 1944. Canada at War (<https://www.nfb.ca/collection/canada-at-war/>).

non si comprendeva ancora appieno cosa fosse la corrente a getto e la struttura del tempo in quota. Ci si trovava inoltre in una condizione di generale assenza di osservazioni, in particolare sugli oceani. Ecco perché una singola osservazione di un faro nel bel mezzo dell'Atlantico fece la differenza!

Le previsioni meteorologiche erano ancora considerate come una materia di sicurezza nazionale e nessuna delle due parti in causa nel conflitto emetteva previsioni a disposizione del pubblico. Tuttavia, gli Alleati avevano «bucato» o «crackato» i codici di comunicazione tedeschi con l'ottimo risultato di avere accesso alle osservazioni meteorologiche nemiche oltre che alle proprie. La cosa non era reciproca: i tedeschi potevano contare solo sulle proprie forze. Come vediamo, la guerra tecnologica è iniziata abbastanza lontano!

A ogni modo, le previsioni del gruppo di Stagg contribuirono-

no in maniera determinante al successo del D-Day e a salvare la vita di innumerevoli uomini.

L'offensiva delle Ardenne

L'«offensiva delle Ardenne» (*Ardenennenoffensive* in tedesco e *Battle of the Bulge* in inglese) fu l'ultima offensiva strategica tedesca sul fronte occidentale durante la Seconda guerra mondiale. Si svolse dal 16 dicembre 1944 al 28 gennaio 1945. Il nome in codice assegnato dalla Wehrmacht era originariamente *Die Wacht am Rhein* («Guardia sul Reno», dal titolo di un celebre canto patriottico tedesco), per nascondere la natura offensiva dell'operazione. In seguito, nel dicembre del 1944, per motivi di sicurezza, l'operazione fu rinominata *Herbstnebel* («Nebbia autunnale»).

L'offensiva delle Ardenne tra Belgio e Lussemburgo, secondo il piano originale di Adolf Hitler, prevedeva una sconfitta campale alleata in una ripetizione della disfatta anglo-francese di Dunkerque. La convinzione tedesca si basava sul fatto che, nonostante la grande superiorità alleata di uomini e mezzi, la Wehrmacht schierasse ancora 74 divisioni sul fronte occidentale. Durante la prima settimana le forze tedesche ottennero alcune vittorie e riuscirono a sfondare in profondità. I comandi alleati e le truppe sul campo furono sorpresi e mostrarono segni di cedimento e sbandamento, facendo temere un disastro strategico.

La battaglia, però, terminò dopo un mese di scontri con la vittoria degli Alleati e il fallimento dell'offensiva tedesca, ma le dure perdite subite nelle Ardenne, soprattutto dall'esercito statunitense, costrinsero a una revisione dei piani e rallentarono l'attacco al cuore della Germania.



Figura 81 Soldati di fanteria del 290° Reggimento della us Army combattono nella neve fresca vicino ad Amonines, in Belgio.

Vediamo in quali momenti la meteorologia contribuì all'esito del conflitto. Nelle fasi iniziali della battaglia il tempo, infatti, diede una grossa mano ai tedeschi. Le temperature polari e il vento teso fecero sì che le superiori forze aeree alleate dovessero rimanere a terra. Ciò eliminò dal campo di battaglia proprio le forze che tradizionalmente hanno rappresentato la superiorità alleata. Nonostante questo, però, le forze alleate mostrarono una fiera capacità di combattere anche in inferiorità numerica e nel tempo inclemente (Figura 81), come successe sulla Cresta di Elsenborn, e impedirono ai tedeschi l'accesso a strade di importanza critica a nordovest e a ovest. I soldati mostrarono enorme spirito di abnegazione, molti feriti morirono assiderati prima di essere soccorsi.

I tedeschi continuarono ad avanzare anche in queste con-

dizioni di forte resistenza alleata fintanto che le condizioni inclementi del tempo persistettero. Il 23 dicembre il tempo, però, migliorò e gli Alleati furono in grado di bombardare le linee di approvvigionamento tedesche con i loro aerei. I tedeschi dovettero fermare l'avanzata il 27 dicembre. La battaglia continuò ancora per qualche settimana, in cui gli Alleati fecero indietreggiare i tedeschi alle posizioni iniziali.

L'offensiva delle Ardenne fu la battaglia più sanguinosa combattuta dalle truppe statunitensi durante la Seconda guerra mondiale. Anche qui il tempo inclemente causò molti morti e indusse un significativo cambio di passo nell'andamento della guerra da parte alleata.

Kokura o Nagasaki?

Quest'ultimo ragionamento circa l'incapacità delle forze aeree di operare con tempo inclemente ci fornisce il pretesto per raccontare una storia a margine dell'evento terribile di Hiroshima e Nagasaki che tutti ben conosciamo. La storia è sì a margine, ma determinò la sorte di molte persone che persero la vita a Nagasaki.

Riguarda Kokura, una città che non si sente mai nominare nelle cronache del primo bombardamento atomico della storia. Eppure, era proprio Kokura, insieme a Hiroshima, la prescelta dal comando americano per il bombardamento. Il 6 agosto 1945 gli americani avevano già sganciato la bom-

Figura 82 Replica post-bellica della bomba *Fat Man* fatta esplodere su Nagasaki il 9 agosto 1945.



ba *Little Boy* su Hiroshima. Si preparavano a sganciare la seconda bomba, *Fat Man* (Figura 82), contenente 6,4 chilogrammi di plutonio-239 sulla città di Kokura il 9 agosto.

Il giorno prima, l'8 agosto, i voli di ricognizione americani avevano addirittura sbagliato a identificare Kokura sorvolando la vicina città di Yahata. Il comandante della missione, il maggiore Charles Sweeney, aveva ordini di sganciare la bomba in contatto visivo e non guidandola con il radar. Ecco in cosa è consistito il problema meteorologico.

A Kokura il cielo era nuvoloso e lo sganciamento della bomba era pertanto impossibile, dati gli ordini che aveva l'equipaggio. Dopo tre passaggi sulla città e già a corto di carburante, l'aereo *Boeing B-29 Superfortress Bockscar* venne dirottato sull'obiettivo secondario, la città industriale di Nagasaki. I cieli sopra Nagasaki erano però anch'essi coperti da una col-

Figura 83 Nube a fungo su Nagasaki dopo il bombardamento atomico del 9 agosto 1945. Foto scattata da nordovest da C. Levy.



tre di nubi. Tuttavia, non era pensabile tornare alla base o rischiare un ammaraggio con un'atomica a bordo. Il comandante decise quindi di sganciare la bomba a guida radar. La bomba esplose a 470 metri di quota vicino alle fabbriche d'armi sulla zona industriale della città, ma 4 chilometri a nordovest del punto di esplosione previsto originariamente. Ciò salvò gran parte della città, protetta dalle colline circostanti, ma la distruzione fu immane in ogni caso. La Seconda guerra mondia-

le nel Pacifico ebbe fine con questa immane tragedia (Figura 83). Una città fu graziata e l'altra distrutta in un gioco crudele del destino. Secondo le valutazioni, almeno 35 000-40 000 dei 240 000 residenti di Nagasaki morirono all'istante e oltre 55 000 rimasero feriti. Il numero totale degli abitanti uccisi viene valutato intorno alle 80 000 persone, incluse quelle esposte alle radiazioni nei mesi seguenti.

È chiaro ancora una volta come la meteorologia sia totalmente indifferente alle intenzioni degli esseri umani. A volte viene in aiuto e altre volte agisce in senso contrario a ciò che ci aspettiamo. La natura è fatta in questo modo.

10. La stagione del ciliegio viene e va

Globalizzazione, turismo di massa
e riscaldamento globale

Non ci rendiamo conto, forse, di due cose importanti: da un lato esistono ancora eventi apparentemente immutabili nel tempo e dall'altro le nostre dinamiche sociali connesse ad aspetti storici che influiscono su tanti ambiti dell'organizzazione umana sono molto cambiate. Il clima influisce tantissimo sulle nostre vite anche durante il tempo libero e quindi modifica le nostre abitudini e certe dinamiche sociali o di consumo. Con uno sguardo più ampio potremmo cercare di comprendere come i fenomeni climatici e meteorologici siano alla base di grandi meccanismi capaci di innescare sostanziali mutamenti globali. Facciamo un paio di esempi. La prima storia che raccontiamo si perde nella notte dei tempi e nella storia di un popolo, mentre la seconda ci fa meditare su quanto sta succedendo in rapporto a un mondo che cambia molto velocemente, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti socioculturali legati al clima e al meteo in prospettiva storica. La domanda da porsi, forse, è la seguente: potremmo ritenere il clima responsabile dei grandi cambiamenti come la globalizzazione?

Sakura

Questa è una storia leggera come il petalo di un fiore ed è, a dir poco, affascinante. È una storia antica, ma ancora vivissima nell'immaginario collettivo di un popolo e di una nazione: il Giappone. Si potrebbe dire che rappresenta l'anima del Giappone. Rimaniamo quindi con i giapponesi, dopo avere parlato di una loro immane tragedia, per capire la poesia di un evento annuale che coinvolge la meteorologia come pochi altri. Parliamo della fioritura dei ciliegi ornamentali giapponesi (*sakura*, 桜) che tanta importanza ha nella cultura del Paese del Sol Levante (Figura 84) e la cui fruizione determina grandi spostamenti di persone interni e dall'estero.

Fin da gennaio la Japan Meteorological Agency (JMA) riceve un numero enorme di telefonate dagli utenti che desiderano previsioni sul verificarsi dell'evento di fioritura che segna l'ini-



Figura 84 Il monte Fuji, il lago Kawaguchiko e un ciliegio ornamentale giapponese (*sakura*) in fiore.

zio della primavera. Da più di mezzo secolo, la JMA ha infatti la responsabilità di predire il momento in cui nelle varie zone del paese le gemme dei ciliegi si trasformano in petali dai colori delicati e dalla vita effimera. La cosa è estremamente seria e molti dati vengono raccolti per emettere previsioni accurate sul *sakura-zensen* (桜前線), lo spostamento del fronte di fioritura dei ciliegi da sud verso nord (Figura 85). A noi occidentali tutto questo lavoro sembra quasi incomprensibile, ma dobbiamo considerare che è strettamente legato alla storia e alla civiltà del Giappone millenario attraverso il suo stretto rapporto con la natura.

Dal mese di marzo, ogni giorno, i giornali riportano scrupolosamente il *sakura-zensen* per i loro attenti lettori. Dall'estrema parte meridionale dell'isola di Kyushu, intorno al 24 marzo, il fronte avanza di circa 30 chilometri al giorno. Raggiunge la regione del Kanto, la pianura di Tokyo, verso il 31 marzo, la parte settentrionale dell'isola di Honshu attorno al 25 aprile e termina, più o meno il 10 maggio, sull'isola di Hokkaido.

Teniamo presente che il colore del sakura non è unico e fisso (Figura 86): si contano circa 600 varietà diverse e le differenti gradazioni di colore dei loro fiori spesso sono difficili da distinguere a un occhio non esperto. Il colore dei fiori si declina in una quantità notevole di sfumature, che dipendono anche dalle condizioni ambientali: temperatura e umidità sopra tutte. Questi alberi straordinari sono una spia del clima e delle condizioni meteorologiche. Questo spiega anche in parte l'attenzione del giapponese medio alle previsioni dell'evento.

Quando arriva «l'ora della fioritura», tutti i giapponesi senza distinzione di cultura, censo o convinzioni personali corrono fuori casa ad ammirare e fotografare i ciliegi in fiore. Ogni anno, per la settimana di durata della fioritura, milioni di giapponesi frequentano assiduamente parchi, giardini, piazze, dovunque ci sia un ciliegio fiorito. È un indizio importante



Figura 85 Mappa climatologica della fioritura del ciliegio giapponese. Per gentile concessione di Japan-guide.com, https://www.japan-guide.com/e/e2011_when.html.

di come gli aspetti climatici possano determinare e influire su aspetti culturali.

La gente trascorre una giornata e spesso la notte sotto i ciliegi che hanno messo le gemme. Ci si sdraia su un tatami o su un telo di plastica (rigorosamente di colore azzurro), ci si tolgono rispettosamente le scarpe prima di mettersi sotto l'albero e si consuma insieme un picnic che ci si è portati da casa. Questo è l'*hanami* (花見), letteralmente «guardare i fiori», cioè



Figura 86 Due delle moltissime sfumature di colore dei petali del sakura durante la fioritura primaverile.

la contemplazione dei ciliegi in fiore: si mangia insieme e si contempla.

La pratica ha radici molto lontane. Yoshino, nella prefettura di Nara, è la città d'origine dei ciliegi giapponesi dove tuttora si calcola esistano circa 30 000 sakura. La leggenda narra che i primi alberi furono piantati nel VII secolo d.C. dal sacerdote En-no-Ozuno, che si dice avesse scagliato una maledizione contro chiunque osasse abatterli. Gli *yamazakura* (山桜, «ciliegio di montagna») sono all'origine di centinaia di ibridi ottenuti in seguito e sono divenuti la varietà giapponese per eccellenza; l'imperatrice Jitō (645-702) veniva ad ammirarne la fioritura. Pare che i membri della corte imperiale celebrassero sotto il sakura fiorito la fine dell'inverno. Anche i guerrieri samurai subivano il fascino discreto dei ciliegi in fiore. Infatti, il fiore di ciliegio è strettamente legato al *bushidō* (武士道, «la via del guerriero»), l'ideale cavalleresco del guerriero (武士, *bushi*, letteralmente «uomo d'armi») giapponese. Il sakura incarna e simboleggia le qualità del samurai: la purezza, la lealtà, l'onestà, il coraggio.

Tanta bellezza e tanti colori tenui ed eleganti, ma anche simbolo di fugacità. La fioritura dura, infatti, non più di tre giorni. La brevità della fioritura del sakura simboleggia l'ideale di un'esistenza breve, ma armoniosa e da affrontare con animo lieve. Una vera meraviglia di poesia e di legame stretto con la natura che ci circonda. Pensiamo che ci sono persone che preferiscono l'ultima fase della fioritura, quando i petali cadono dai fiori e volano via trascinati dal vento. Quest'ultima fase si chiama *sakura fubuki* (桜吹雪, letteralmente «tormenta di sakura»).

La fioritura dei ciliegi è un'attrazione irresistibile per moltissimi turisti e curiosi, che programmano la loro visita in Giappone proprio in concomitanza con questo straordinario evento. Questo incide fortemente sull'economia del paese e

sugli scambi culturali, innescando dinamiche che riguardano economia e politica, storia e cultura.

Dall'analisi di quanto accade in primavera in Giappone, possiamo quindi evincere che la meteorologia e il clima possono essere studiate allo scopo di prevedere e promuovere scambi culturali e mutamenti socioeconomici. È il meccanismo globale su cui si regge il mondo contemporaneo.

Turismo e cambiamenti climatici

Quest'altra storia rende conto di mutamenti molto rilevanti nelle nostre dinamiche sociali di fronte a un cambiamento climatico in corso o di opportunità che lo sviluppo tecnologico mette a disposizione più o meno di chiunque.

A partire dal XVIII secolo era in voga tra le classi più ricche dell'aristocrazia europea un viaggio che i loro giovani erano incoraggiati a compiere. Si tratta del *Grand Tour*, un viaggio con partenza e arrivo nella stessa città che aveva una durata non prefissata e spesso aveva come meta l'Italia, talora la Francia. Dal *Grand Tour* trae la sua origine la parola «turismo». I giovani imparavano a conoscere la politica, la cultura, l'arte e le antichità dei paesi europei, trascorrendo il tempo facendo giri turistici, studiando e facendo acquisti. L'Italia era la meta più importante con le sue rovine di Roma antica, le opere di Palladio nel Veneto, il Neoclassicismo a Napoli e i vulcani e i tesori greci della Sicilia. Un momento centrale del viaggio era la commissione di un ritratto a un noto pittore, spesso durante una sosta a Roma, oppure l'acquisto di vedute del paesaggio italiano (ricordiamo il Vedutismo, genere pittorico nato nel Settecento, che prevede quadri di paesaggi o città ripresi dal vero). Uno dei resoconti più noti e interessanti è senz'altro il

diario di viaggio di Johan Wolfgang von Goethe (Figura 87), scritto tra il 1813 e il 1817 e pubblicato in due volumi tra il 1816 e il 1817 con il titolo di *Viaggio in Italia* (*Italienische Reise*). Goethe aggiunse poi una terza parte, pubblicata nel 1829, che ha come argomento la sua seconda visita a Roma.

La ragione per cui trattiamo il Grand Tour in questo capitolo sta nell'identificarlo per quello che è stato, cioè una prassi educativa delle classi dominanti di quell'epoca per consentire ai loro rampolli di liberarsi dei modi grossolani della giovinezza e imparare le buone maniere. Ciò avrebbe loro consentito di mettersi in evidenza come aristocrazia e prendere il proprio posto nella società che contava al tempo nei loro paesi d'origine. Era quindi un evento impegnativo, ma anche abbastanza

Figura 87 Johann Heinrich Wilhelm Tischbein (1751-1829), *Goethe nella campagna romana*, 1787, Städtisches Kunstinstitut und Städtische Galerie, Francoforte sul Meno.



divertente e ben pianificato. Notiamo, comunque, che non era caratterizzato da un'estrema urgenza: lo si metteva in atto all'età giusta e con i mezzi finanziari che occorreivano. Un turismo d'élite, ma vissuto con grande tranquillità, quasi una necessità.

Ai giorni nostri il Grand Tour non si fa più. Può essere che qualche illuminato genitore o parente stretto accompagni i propri figli per un viaggio premio, per esempio, dopo la maturità o dopo la laurea, ma il turismo educativo e culturale è in linea di massima scomparso. I tempi sono cambiati e le mete turistiche anche. Aggiungiamo, inoltre, che il mondo oramai è a portata di mano, anzi di click sul telefonino. È un mondo globale che ha reso tutto accessibile grazie ai recenti mutamenti storici che lo hanno trasformato. Il turismo, qui inteso come fenomeno storico, è diventato un'attività molto complessa e che può raggiungere ogni luogo della Terra. Se il Grand Tour era faticoso a causa dei mezzi di locomozione non esattamente comodi, ora è la lunghezza dei viaggi e l'esposizione a climi diversi che fa la differenza.

Tuttavia, c'è un aspetto del turismo moderno che colpisce anche a un'analisi superficiale. Questo turismo dirige la sua attenzione a luoghi del pianeta che stanno cambiando velocemente e che, pertanto, potranno mutare radicalmente il loro aspetto tra non molto tempo o, addirittura, scomparire del tutto. In questi luoghi il clima gioca una partita pesante e difficilmente si riuscirà nel breve termine a rallentarne gli effetti devastanti. Ecco, allora, che secondo alcuni bisogna affrettarsi e cercare di vedere questi luoghi al più presto. Facciamo due esempi tra loro abbastanza diversi, ma indicativi di questo nuovo concetto.

La prima meta è costituita dai ghiacciai, riserve di acqua dolce straordinarie in un pianeta in costante riscaldamento. Ora, che i ghiacciai si stiano ritirando è un fatto incontrovertibile e lo dimostra chiaramente la Figura 88. Se il bilancio di

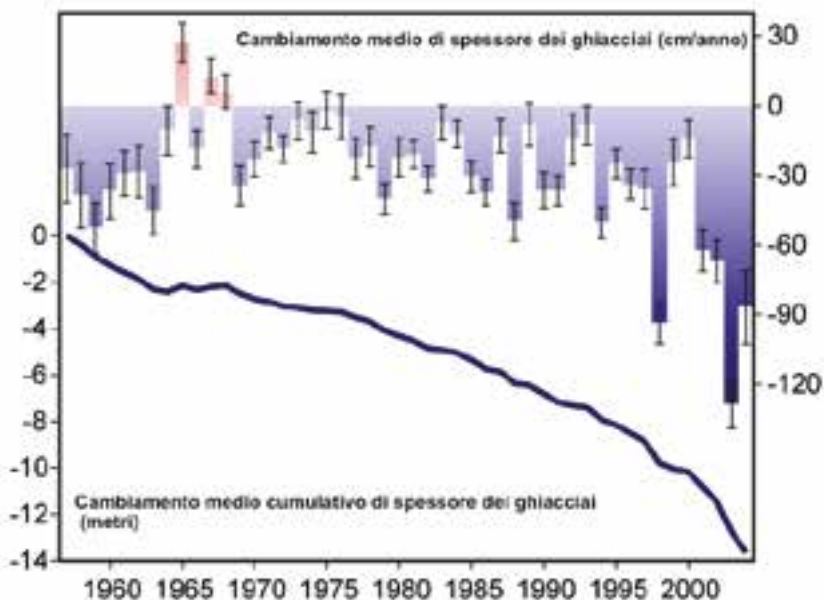


Figura 88 Equilibrio di massa glaciale globale negli ultimi cinquant'anni, riportato dal World Glacier Monitoring Service (wgms) e dal National Snow and Ice Data Center (nsidc). L'andamento decrescente è sintomatico del numero di ghiacciai in recessione.

massa di una parte significativa della zona di accumulo del ghiacciaio è negativo, si verifica una situazione di disequilibrio e il ghiacciaio tenderà a sciogliersi, sempre che non subentrino temperature più basse e/o un aumento delle precipitazioni solide. Ciò non si sta verificando e i ghiacciai sono in recessione più o meno dappertutto e a ogni latitudine.

Sembra quindi comprensibile che molta gente abbia compreso che i ghiacciai vanno visti ora, prima che spariscano del tutto. È nato un segmento turistico molto nuovo che attira parecchie persone verso luoghi anche remoti, ma che ora si riescono a raggiungere con vari mezzi. Un chiaro esempio di tutto ciò è il ghiacciaio Perito Moreno, nel parco nazionale Los Glaciares, nella provincia di Santa Cruz nella Patagonia argen-

tina (Figura 89). Il ghiaccio si estende per 250 chilometri quadrati e per 30 chilometri in lunghezza. È uno dei 48 ghiacciai alimentati dal Campo de Hielo Sur, facente parte del sistema andino, condiviso con il Cile. Questo ghiacciaio continentale è la terza riserva al mondo d'acqua dolce. Il Perito Moreno è un ghiacciaio in continuo e rapido movimento. Il suo fronte è formato da una lingua anteriore lunga circa 5 chilometri che si innalza per oltre 60 metri sul lago Argentino e ha una profondità massima di circa 170 metri. Il movimento è dovuto a una sorta di cuscino d'acqua che lo tiene staccato dalla roccia e, a causa di tale movimento, il ghiaccio avanza di circa 2 metri al giorno.

Una tale cattedrale di ghiaccio non può che attirare frotte di turisti che arrivano per lo più via mare (Figura 90). Comodamente seduti sul ponte della nave assistono agli imponenti crolli del fronte ghiacciato che provocano l'innalzarsi di onde anche piuttosto rilevanti. Lo spettacolo è formidabile e vale ovviamente la pena di fare un viaggio così lungo «ai confini del mondo». La Terra si presenta in tutta la sua magnificenza e dichiara a gran voce l'emergenza storica a cui stiamo assistendo.

Non c'è bisogno, comunque, di andare fino in Patagonia per assistere alla rapida morte di un ghiacciaio. È sufficiente raggiungere le nostre Alpi, su cui i sentieri glaciologici non si contano. Le guide alpine vi portano, con una spesa sicuramente inferiore, a vedere molti ghiacciai in ritirata. Al di là dei grandi ghiacciai come quello del Rodano, la Mer de Glace e quello del Monte Rosa, vi sono purtroppo molti altri ghiacciai costantemente monitorati e che fra non molti anni non vedremo più. Il ghiacciaio dell'Adamello (alta Val Camonica e Trentino) e quello dei Forni (alta Valtellina, nel gruppo dell'Ortles-Cevedale, Figura 91) sono il primo e il secondo ghiacciaio alpino italiano per estensione. Nella figura si vede chiaramente come il ghiacciaio dei Forni si stia ritirando in maniera molto marcata.



Figura 89 Il ghiacciaio Perito Moreno, nel parco nazionale Los Glaciares, nella Patagonia argentina.



Figura 90 Crociera turistica sul fronte del ghiacciaio Perito Moreno.

Un piccolo aneddoto personale. Già 30 anni orsono affrontai un'escursione su una delle sezioni del ghiacciaio dell'Adamello, il Mandrone. Si vedevano già in quel periodo i primi segni di una ritirata che porta alla luce i resti dei soldati che hanno combattuto in queste montagne durante la Prima guerra mon-



diale. Un notissimo esempio di residuo della Grande Guerra è il cannone dell'Adamello (Figura 92), soprannominato dai soldati «ippopotamo» per la sua mole, <https://www.ilcannonedelladamello.it>), un pezzo di artiglieria da 149 millimetri che fu portato a queste quote nell'aprile del 1916 a forza di braccia da circa 200 uomini, una fatica immane. Il cannone

dell'Adamello fu il pezzo di medio calibro posizionato più in alto su tutti i fronti europei. Una volta installato, accompagnò gli assalti degli alpini italiani fino alla fine della guerra.

Anche il ghiacciaio della Marmolada sta rapidamente sparando. Tanto per chiarire il punto climatico, alla fine del XIX secolo la superficie del ghiacciaio dell'Adamello era superiore ai 3000 ettari, mentre negli anni venti del secolo scorso essa si era ridotta a meno di 2500 ettari. Misurata nel 1997 essa ammontava a 1766 ettari, ridotti ulteriormente a 1630 nel 2007. La perdita di superficie è drammatica (Figura 93).

Altra narrazione si può sviluppare intorno al turismo d'alta quota. Cosa vuol dire? Si tratta di essere portati in cima a una delle montagne più alte del mondo senza essere necessariamente un alpinista professionista. Possibile? Sì, è possibile, basta pagare. Questo succede soprattutto in Himalaya, dove non è raro vedere lunghe file di escursionisti (Figura 94) che siamo abituati a vedere in Appennino o sulle Alpi, ma certamente non in queste zone remote.

Nell'ottobre del 2024 fonti locali riferiscono di un'impennata di turisti nella regione dell'Everest, in Nepal. In un solo giorno,



Figura 91 Il ghiacciaio dei Forni, nel Parco nazionale dello Stelvio, nel 2016.



Figura 92 Il cannone da 149 millimetri su Cresta della Croce, a 3276 metri di quota, nel Gruppo dell'Adamello.



Figura 93 La ritirata del ghiacciaio della Marmolada in un'immagine del luglio 2017.

l'aeroporto di Lukla ha registrato 200 voli, indicando un notevole afflusso di trekker e alpinisti nella regione del Khumbu, per le spedizioni sull'Everest. I turisti sono soprattutto internazionali e alcuni arrivano perfino in elicottero: più comodo di così! L'Everest sta diventando quasi un'autostrada per le vacanze.

Un altro risvolto di questo nuovo sport d'alta quota sono i rifiuti (Figura 95). La colpa di questo scempio sarebbe da attribuire agli alpinisti che scalano le alture della catena montuosa che attraversa Pakistan, India, Nepal e Buthan. I numeri sono impressionanti. In totale, nell'ambito del progetto Himalayan Clean-Up, l'alpinista e imprenditore francese Luc Boisdard e il suo gruppo hanno raccolto 2,5 tonnellate di rifiuti tra cui lattine, tende, tubi in PVC e bottiglie di plastica. Questi sono stati accumulati in un secolo di spedizioni, in cui gli alpinisti per alleggerirsi lasciano parte del proprio equipaggiamento nei campi base o sulle vie di salita. Questi materiali si degradano lentamente, si riversano nella rete idrica e finiscono per inquinare le falde acquifere degli abitanti delle zone ai piedi delle



Figura 94 Fila di trekker nella regione del Khumbu, Nepal. Fonte: *The Himalaya Times*.

montagne. Insomma, l'uomo non riesce proprio a prendersi cura del proprio pianeta, neanche quando fa fatica per vedere scenari mozzafiato e per contemplare da un punto di vista elevatissimo lo spettacolo impareggiabile della Terra.

C'è un altro cataclisma che si sta imponendo alla nostra attenzione e che potrebbe in breve mutare la faccia del pianeta nella sua componente verde. Stiamo parlando degli incendi boschivi, quelli veramente estesi e molto difficili da spegnere. Dobbiamo precisare che gli incendi hanno sempre rappresentato eventi normali in una foresta e possono anche contribuire a fertilizzare il suolo, ma a patto che siano in qualche modo contenibili e non distruggano tutto sulla loro strada. Quest'anno il Canada ha assistito a una delle più devastanti stagioni degli incendi delle proprie foreste: tra aprile e giugno oltre 20 000 persone sono state evacuate soltanto nel Manitoba. Oltre 7,8 milioni di acri sono andati a fuoco, più dell'area media bruciata in un anno normale. Le previsioni ci dicono che la stagione degli incendi si prolungherà per altri tre mesi circa. Una ca-

tastrofe. Le dimensioni del problema le vediamo chiaramente in Figura 96, in cui sono indicati gli incendi attivi in un solo giorno, quello in cui sto scrivendo!

A parte gli effetti sul cambiamento climatico, che sono tuttora da verificare compiutamente ma che saranno sicuramente imponenti (Figura 97), come potrebbero questi enormi incendi di foreste essere interessanti per il turismo? La risposta è semplice: questi aumenti di incendi delle foreste boreali sono un disastro epocale per l'ecologia e l'ambiente. Le foreste, come siamo abituati a vederle, potrebbero diventare qualcosa di molto diverso, proprio come i ghiacciai. Forse dobbiamo visitarle in fretta... chissà. La ragione è che gli alberi impiegano parecchio tempo a crescere e a formare estese e rigogliose foreste.

Insomma, il clima e i suoi cambiamenti hanno effetti molto importanti anche sul nostro modo di guardare e contribuire



Figura 95 Montagna di rifiuti lasciati da alpinisti ed escursionisti al campo base sud dell'Everest (Nepal) nel 2012.

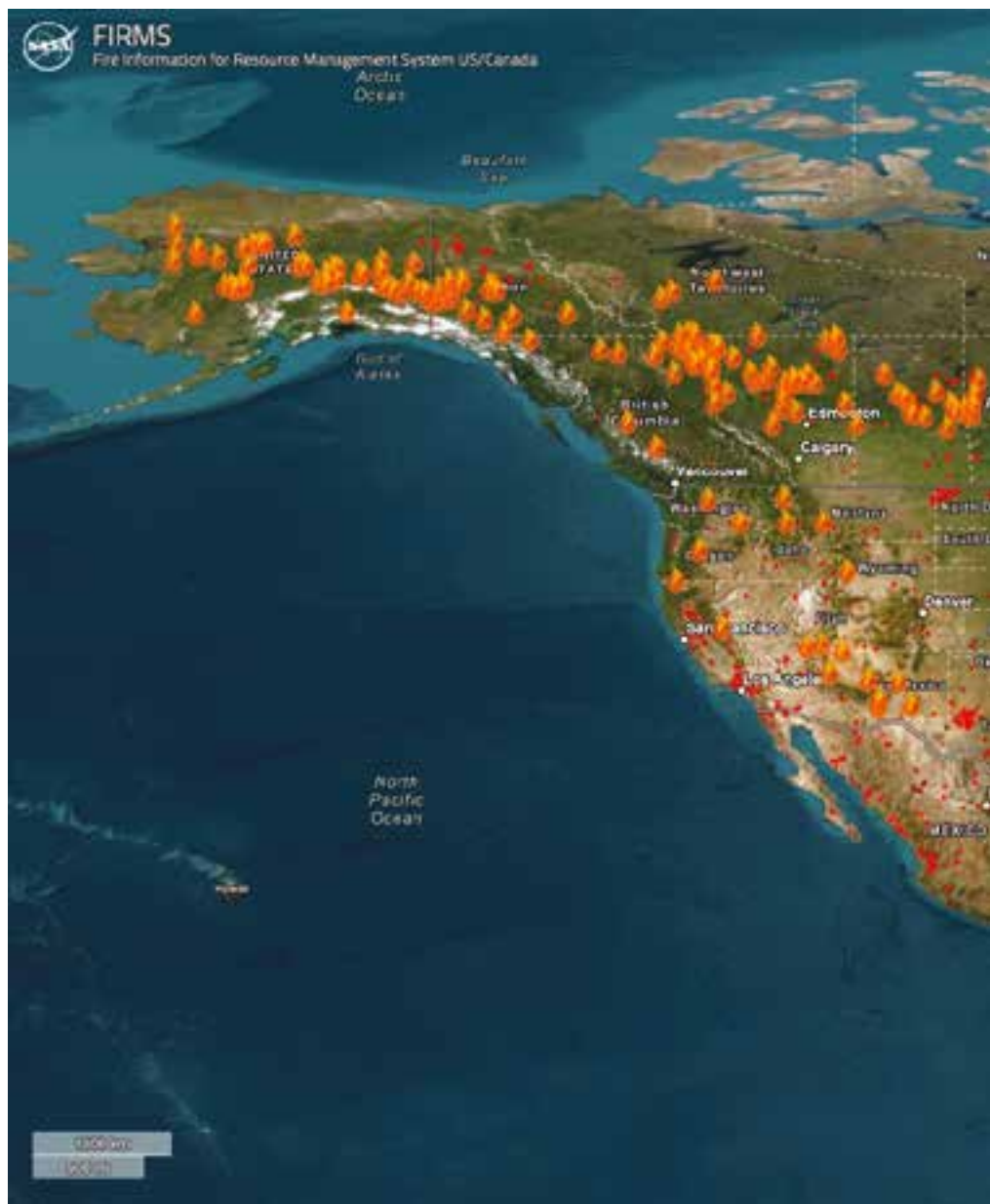


Figura 96 Mappa degli incendi boschivi negli USA e in Canada il 26 giugno 2025. Per gentile concessione del Fire Information for Resource Management System (FIRMS, <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/usfs/>).





Figura 97 Immagine acquisita dal satellite Copernicus Sentinel-3 della European Space Agency, il 20 luglio 2023, che mostra come 880 incendi boschivi siano attivi in Canada. Sono bruciati circa 9,7 milioni di ettari (un'area più grande del Portogallo). Il fumo copre i cieli del Nord America. Per gentile concessione di ESA.

come specie al benessere di un mondo in continuo cambiamento. Credo fermamente, però, che dobbiamo anzitutto porci il problema che i luoghi che andiamo a visitare sono da rispettare.

Abbiamo visto come prevedere correttamente l'evoluzione del clima può influire sulle dinamiche socioculturali di una nazione, e come i movimenti di persone nella direzione di un fenomeno naturale e culturale contribuiscano al radicalizzarsi degli aspetti globali di cultura ed economia. Abbiamo poi analizzato come i cambiamenti climatici siano un fenomeno attrattivo. Assistiamo quindi a fenomeni e a emergenze che potrebbero essere determinanti per il dispiegarsi della storia futura. Lo scioglimento dei ghiacciai e altri fenomeni estremi provocati dai cambiamenti climatici che oggi guardiamo con occhi curiosi determineranno rivolgimenti storici futuri?

Epilogo

Siamo giunti al termine del nostro lunghissimo viaggio attraverso i millenni. Abbiamo capito che la storia non è fatta soltanto di uomini valorosi, di condottieri più o meno capaci, di truppe anonime, di feroci battaglie e invasioni, di re e regine e così via. La storia, infatti, si snoda in un contesto di condizioni meteorologiche favorevoli o avverse, che possono determinare in maniera inattesa l'esito degli eventi. Il clima e le condizioni climatiche sono sovrapposti a tutti i parametri in campo e fanno la loro parte.

Mentre ci apprestiamo a salutarci, portiamo con noi la nozione che il tempo atmosferico e il clima sono variabili fondamentali delle nostre vite e quindi della nostra personale storia di esseri umani. Ci insegnano l'umiltà di fronte a fenomeni ed eventi che vanno, a volte, al di là delle nostre capacità di comprensione. Oppure, anche se li comprendiamo a fondo con l'aiuto della scienza, non è sempre detto che riusciamo a prevederli in maniera precisa e tempestiva.

Una parola e un riconoscimento si meritano tutte quelle persone che svolgono un lavoro oscuro e che spesso si prendono i nostri commenti sprezzanti perché le previsioni da loro

diffuse non ci hanno soddisfatto. Sono i meteorologi che si alzano prestissimo o vanno a letto (se ci vanno) molto tardi per vegliare sulla nostra sicurezza. Sì, è proprio così, vegliano sulla sicurezza nostra e delle nostre famiglie attraverso le previsioni, che sono tutt'altro che facili da compiere. Gli eventi storici di cui abbiamo parlato ci fanno capire quanto queste persone siano importanti, anche se non conosciamo i loro nomi. Uomini e donne di grande spessore che lavorano senza sosta per noi e rendono la nostra vita più sicura e meno incerta.

Prima, però, di terminare il viaggio penso sia utile ragionare di fatti che ci riguardano molto da vicino: la chiusa non può che riferirsi agli eventi estremi di cui tanto abbiamo parlato nel corso del libro. Da un esame anche solo superficiale della Figura 98 si evince che il numero degli eventi estremi di qualunque tipo sta aumentando in maniera vertiginosa. È opportuno notare come gli eventi collegati in qualche modo con i fenomeni atmosferici siano quelli che aumentano maggiormente. Questa è la storia attuale e quella che ci attende. Infatti, questi non sono i numeri di proiezioni future mediante modelli climatici come in Figura 1, ma sono dati certi e misurati.

Pensiamo a tutte queste cose quando valutiamo cosa sta succedendo intorno a noi. La meteorologia e le condizioni climatiche in qualche modo c'entrano sempre e influiscono in molti modi sugli eventi, sia su quelli storici di grande impatto sia su quelli della nostra quotidianità. È una consapevolezza che dobbiamo avere soprattutto oggi che le informazioni non mancano e possiamo renderci facilmente conto di quanto sta succedendo senza dover ricorrere a spiegazioni fantasiose o improbabili.

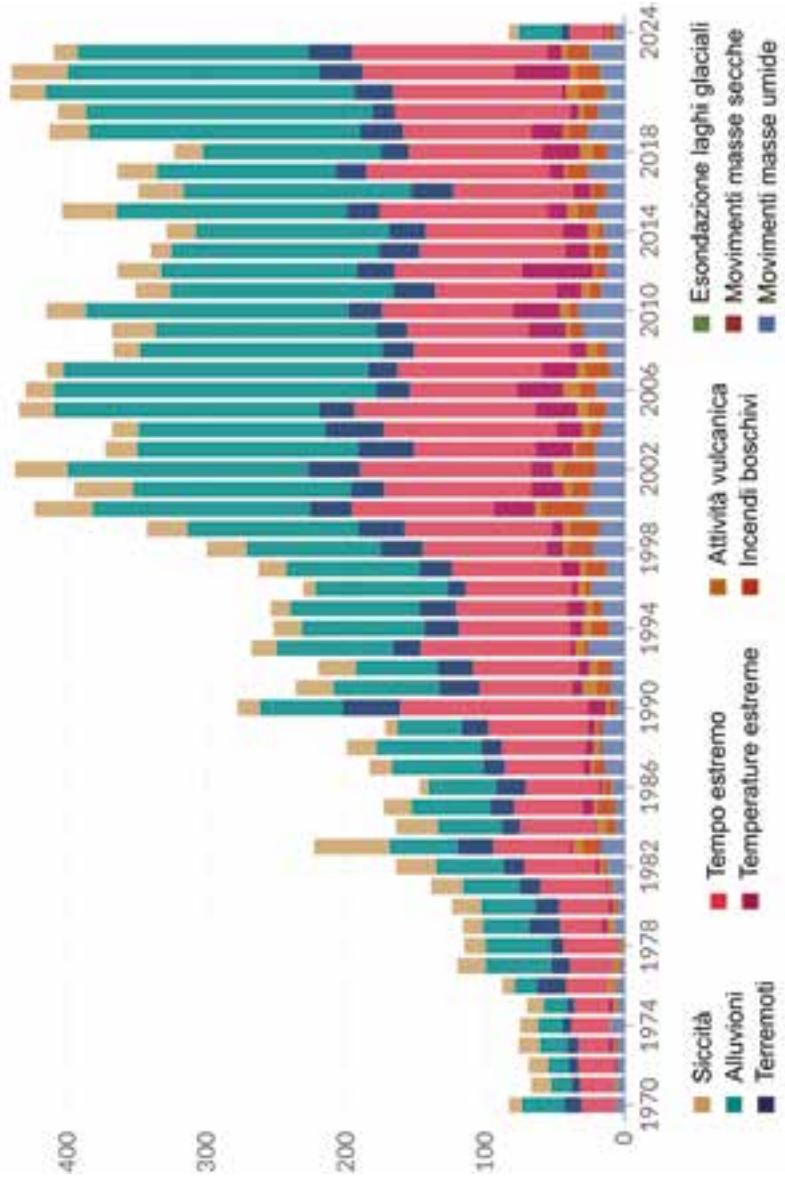


Figura 98 Disastri naturali riportati per categoria dal 1970 al 2024 (il 2024 è incompleto in quanto ancora in corso al momento della creazione del grafico).
(Grafico modificato da originale per gentile concessione di Our World in Data, <https://ourworldindata.org/natural-disasters>).

Ringraziamenti

Le persone con cui ho molti debiti per questo libro, ma anche per tutta la mia carriera di scienziato, sono tante e in occasione di ogni libro ne ringrazio una parte.

Credo che la mia insegnante di lettere alle scuole medie, la professoressa Carmen Tagliaferri, che ai tempi mi vedeva come affermato letterato, ma si dovette rassegnare al mio desiderio di diventare uno scienziato, gradirebbe questo libro. È la dimostrazione di quanto diceva e cioè che avevo una chiara propensione anche per la storia e l'umanesimo in generale. Professoressa, ho fatto belle cose nella scienza, ma ora ritorno volentieri al passato e a quanto discutevamo sui banchi di scuola. Grazie dei suoi insegnamenti.

La mia famiglia che non c'è più, ma che rimane intatta nel mio cuore: papà Ugo, mamma Valentina e l'adorata zia Lucia sono sempre qui con me e sorridono nel vedere tutte le cose che faccio. «Riposati un poco» li sento dire. Che ci volete fare? La vita è breve e le cose belle da fare sono tante!

Il mio nipotino Riccardo è una benedizione del cielo. L'altro giorno (ha due anni e mezzo) mi ha chiesto: «Nonno, perché piove?». Ho avuto un attimo di incertezza su cosa rispondere,

ma poi ho cercato di spiegare senza confonderlo. Alla fine della spiegazione ha detto: «Ho capito». C'è qualcosa di più emozionante?

Mia moglie Angela è il faro sempre acceso della mia vita. A lei è dedicato questo e tutti gli altri libri che scrivo. Non la ringrazierò mai abbastanza per tutto ciò che ha fatto e che fa ogni giorno per me e per la nostra famiglia. Lei è la storia della nostra famiglia, il caposaldo attorno al quale ci ricordiamo del passato e guardiamo con fiducia al futuro.

I miei figli e le mie nuore vedranno in questo libro qualcosa di più comprensibile rispetto al solito, spero. Il loro padre si occupa di tante cose che, a volte, forse trovano non facili da interpretare. Tuttavia, sanno che senza di loro la vita non avrebbe sapore e ciò che faccio e scrivo non sarebbe lo stesso senza di loro.

Il debito con i miei lettori continua ad aumentare a ogni libro che pubblico. Li ringrazio per la pazienza e la costanza con cui mi seguono. Spero che da questo libro possano capire che studiare la storia dell'uomo è un esercizio fondamentale per guardare al presente e al futuro. Questo, s'intende, non solo in termini strettamente storici, ma situando la storia nel contesto più ampio della vita sul pianeta Terra, la nostra casa comune.

A proposito di casa, il Saggiatore è la mia casa, e non solo editrice! Vi lavorano persone appassionate e competenti che riescono a tirar fuori da me ciò che ho da dare. Marco Marino mi ha provocato a scrivere questo libro; poi è andato per altri lidi, ma resta nel mio ricordo la nostra amichevole collaborazione e la stima reciproca. Riccardo D'Ercole mi ha ascoltato pazientemente, cercando di contenermi nel mio dilagare a volte incontrollato. Il gruppo di redazione svolge un lavoro spesso oscuro, ma di grandissimo impatto sui libri: sono davvero persone bravissime. Andrea Gentile, poi, continua a mantenere la

promessa di pubblicare le mie bizzarrie e farle diventare libri veri. Giulia Feroletto e Rebecca Pignatiello mi guidano nel difficile mondo della promozione libraria, senza di loro sarei perso. Marica Fasoli, impagabile, guarda sempre con indulgenza alle mie velleità di grafico e con pazienza mi guida e indirizza con la sua competenza. Non posso poi dimenticarmi di Rebecca Mombelli che è impareggiabile nel proporre i miei scritti fuori dai nostri confini nazionali e ci riesce davvero bene! Molte e molti altri lavorano dietro le quinte facendo del Saggiatore una splendida realtà in un mondo che ha sempre più bisogno di buoni libri. Spero che i miei lo siano, almeno un pochino.

Parole e sigle importanti

Acro Misura anglosassone di superficie, equivalente a 4046,87 metri quadrati; simbolo ac.

Alluvione Nell'italiano moderno è sinonimo di inondazione, mentre nei secoli passati indicava un accumulo di materiale fluviale, ossia deposito di sedimenti trasportati dal fiume al di fuori degli argini in seguito a un'esondazione.

Anno senza estate Il 1816 è conosciuto anche come «l'anno della povertà», durante il quale gravi anomalie del clima estivo distrussero i raccolti nell'Europa settentrionale, negli stati americani del nordest e nel Canada orientale.

ARMIR Armata italiana in Russia.

Bora Vento di caduta o catabatico di provenienza nordest/est-nord-est, che soffia con particolare intensità specialmente verso l'Alto e il Medio Adriatico e verso alcuni settori dell'Egeo in presenza di forti gradienti barici tra continente e mare.

Catabatico Vento che soffia scendendo da un'inclinazione topografica, come una collina, una montagna, un ghiacciaio o un plateau (es. quello antartico). La discesa si deve all'aria fredda e densa che «precipita» a valle.

Circolazione termalina Componente della circolazione globale

oceanica causata dalla variazione di densità delle masse d'acqua. La densità è determinata dalla temperatura (*termo-*) e dalla salinità (*-alina*) delle acque.

Clima Lo stato medio del tempo atmosferico a varie scale spaziali.

CSIR Corpo di Spedizione Italiano in Russia.

Cumulonembo Nube a forte sviluppo verticale (abbreviazione meteorologica Cb) che si genera in condizioni di instabilità atmosferica. Nei cumulonembi possono essere presenti i fulmini e forti precipitazioni sotto forma di rovesci (acquazzoni) e finanche grandine.

D-Day Termine usato genericamente dai militari anglosassoni per indicare il giorno in cui si deve iniziare un attacco o un'operazione di combattimento. Viene spesso usato per riferirsi allo sbarco delle truppe alleate in Normandia del 6 giugno 1944.

Dendrocronologia Sistema di datazione basato sul conteggio degli anelli di accrescimento annuale degli alberi.

Diekplous Attacco in colonna della linea centrale della flotta nemica: la capofila, giunta a contatto di una nave avversaria, vira in maniera brusca e, passando di fianco allo scafo avversario, ne trancia di netto i remi. La nave mutilata viene speronata da quella seguente. Qualora le navi della flotta avversaria fossero intervenute in suo soccorso, esse avrebbero subito lo stesso trattamento. La manovra di attacco prevedeva un alto grado di addestramento e sincronia dei rematori e delle navi.

Diluvio Periodo geologico relativamente recente in cui si ritiene che una serie di grandi inondazioni si siano manifestate sulla Terra, generalmente come conseguenza della fine dell'Era Glaciale.

Effetto serra Fenomeno di regolazione della temperatura di un pianeta provvisto di atmosfera, consistente nell'accumulo nell'atmosfera stessa di una parte dell'energia termica proveniente dalla stella per effetto della presenza nell'atmosfera di gas, detti «gas serra».

Eruzione pliniana Il nome viene da Plinio il Giovane, che per primo

descrisse il fenomeno. È un'eruzione che si produce dai vulcani esplosivi, caratterizzati dall'emissione di lava molto viscosa che non fluisce direttamente dal cratere, impedendo ai gas di liberarsi; questo provoca l'aumento della pressione interna che induce l'esplosione parziale o, nei casi più disastrosi, totale del vulcano.

ESA European Space Agency.

Ettaro Unità di misura di superficie agraria equivalente a un quadrato di 100 metri di lato, pari cioè a 10 000 metri quadrati; simbolo ha.

EUMETSAT European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites.

FIRMS Fire Information for Resource Management System di us e Canada. Ente congiunto di NASA e USA Department of Agriculture, che consente l'accesso a immagini satellitari e dati scientifici verificati per identificare i luoghi, l'estensione e l'intensità degli incendi boschivi e dei loro effetti.

Hanami Letteralmente «guardare i fiori». Termine giapponese che descrive l'usanza di godere della bellezza della fioritura primaverile degli alberi.

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico). È il forum scientifico formato nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite, l'Organizzazione meteorologica mondiale (OMM) e il Programma delle nazioni unite per l'ambiente (UNEP), allo scopo di studiare il riscaldamento globale e fornire ai decisori politici regolari valutazioni sui cambiamenti climatici, le loro implicazioni e i potenziali rischi futuri.

JMA Japan Meteorological Agency, servizio meteorologico nazionale giapponese.

Kamikaze In giapponese «vento divino»: da *kami*, che significa «divinità» (un termine fondamentale nello shintoismo) e *kaze*, che sta per «vento» (a sua volta da *ka*, «inspirare» e *ze*, «espirare»).

Libbra Antica unità di misura di peso, un tempo in uso in Italia, con il valore all'incirca di 1/3 di chilogrammo; negli stati esteri presentava valori oscillanti tra i 350 e i 500 grammi; fino al marzo del 1968, l'unità fondamentale di peso della Gran Bretagna (0,45359 chilogrammi); simbolo lb.

Limes Confine, linea di demarcazione, spesso fortificata, che delimitava l'Impero romano.

Mesociclone Vortice d'aria atmosferico, di diametro da 2 a 10 chilometri, posizionato all'interno di un temporale convettivo supercella.

Meteorologia Ramo delle scienze dell'atmosfera e della Terra che studia i fenomeni fisici che avvengono nell'atmosfera terrestre (troposfera) e che sono responsabili del tempo atmosferico.

Minimo di Maunder Nome dato al periodo 1645-1715, caratterizzato da un'attività solare molto ridotta, ovvero una situazione in cui il numero di macchie solari presenti sulla fotosfera solare divenne estremamente basso.

NASA National Aeronautics and Space Administration.

Nebbia Fenomeno meteorologico in cui il vapore acqueo contenuto in una massa d'aria, raggiunta la saturazione, inizia a condensare nella parte in eccesso, producendo minutissime goccioline di acqua liquida o cristalli di ghiaccio sospesi in aria. Il tutto a bassa quota a contatto con il suolo.

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration.

NSIDC National Snow and Ice Data Center. Ente appartenente alla University of Colorado Boulder, che conduce ricerche e fornisce dati per meglio comprendere come le porzioni gelate della Terra influiscono sul resto del pianeta e come impattano sulla società.

Offensiva delle Ardenne Ultima grande offensiva strategica tedesca sul fronte occidentale durante la Seconda guerra mondiale.

Operazione Barbarossa In tedesco *Unternehmen Barbarossa*, è il nome in codice dell'invasione dell'Unione Sovietica da parte della

Germania nazista e di altre potenze dell'Asse, inclusa l'Italia, iniziata domenica 22 giugno 1941, durante la Seconda guerra mondiale.

Operazione Husky Sbarco in Sicilia delle truppe alleate iniziato il 10 luglio 1943.

Operazione Neptune Nome in codice per lo sbarco in Normandia, segmento marittimo della più vasta operazione Overlord.

Operazione Overlord Nome in codice del piano d'invasione dell'Europa iniziato con lo sbarco in Normandia il 6 giugno 1944.

Oplita Detto anche oplita (in greco antico Ὀπλίτης, *hoplitēs*): cittadino-soldato delle città-stato dell'antica Grecia, le *poleis*, armato di lancia e scudo.

Optimum climatico romano Periodo dal II secolo a.C. al II secolo d.C. Il clima della regione mediterranea fu più caldo e umido di quanto non fosse stato prima e di quanto non sia stato dopo, creando condizioni favorevoli allo sviluppo demografico ed economico, a partire dalla produzione agricola.

Paleoclima Il clima di periodi geologici e storici precedenti lo sviluppo degli strumenti di misura delle componenti climatiche e del tempo atmosferico.

Paleoclimatologia Branchia delle scienze della terra che mira a ricostruire l'andamento del clima nelle epoche passate attraverso l'utilizzo di dati proxy, che sono proprietà chimico-fisiche di particolari archivi naturali, sia organici che inorganici (es. carote nei ghiacci, anelli degli alberi, sedimenti pollinici ecc.).

Peste dello stagno Fenomeno tale per cui lo stagno bianco (stagno beta) si trasforma in stagno grigio (stagno alfa) a temperature inferiori a 13.2 °C, causando la sua disgregazione.

Piccola Era Glaciale Periodo che va approssimativamente dalla metà del XIV alla metà del XIX secolo, nel quale si registrò un sensibile abbassamento della temperatura media terrestre. Non è assimilabile a una vera e propria era geologica, data la relativamente breve durata.

Precipitazione In meteorologia sono tutti i fenomeni di trasferimento di acqua allo stato liquido o solido dall'atmosfera al suolo.

Sakura Ciliegio ornamentale giapponese, *Prunus serrulata*.

Sakura-zensen Spostamento del fronte di fioritura dei ciliegi ornamentali giapponesi durante le settimane iniziali della primavera.

Siccità Carezza prolungata dell'approvvigionamento idrico, sia atmosferico (precipitazioni sotto la media) sia di acque superficiali o sotterranee.

Stratosfera Il secondo dei cinque strati in cui è convenzionalmente suddivisa l'atmosfera terrestre (troposfera, stratosfera, mesosfera, termosfera ed esosfera), posta al di sopra della tropopausa. Comincia intorno ai 12 chilometri (8 chilometri ai poli e 20 chilometri all'equatore) e termina a una quota di circa 50 chilometri, dove la temperatura raggiunge un massimo di -3 °C. Al di sopra di essa troviamo la stratopausa..

Supercella Temporale caratterizzato al suo interno dalla presenza di un mesociclone, cioè di una bassa pressione in rotazione attorno a un minimo barico.

Tifone Sistema ciclonico, originatosi su acque tropicali o subtropicali e caratterizzato da un centro o vortice di bassa pressione a nucleo caldo e da numerosi fronti temporaleschi, disposti tipicamente a spirale e in rotazione attorno a un centro ben definito, che producono forti venti e pesanti precipitazioni nelle aree coinvolte dal loro passaggio.

Tornado Colonna d'aria in rapida rotazione in contatto con la base di una nube cumulonembo ed eventualmente con il suolo. A volte si sviluppa da un cumulo, ma è raro che ciò accada.

Troposfera La fascia sferoidale dell'atmosfera terrestre che si trova a diretto contatto con la superficie terrestre, di spessore variabile a seconda della latitudine.

Unione Sovietica Più propriamente denominata Unione delle repubbliche socialiste sovietiche (URSS). Fu uno stato federale che

si estendeva tra Europa orientale e Asia settentrionale, sorto il 30 dicembre 1922 sulle ceneri dell'Impero russo. Era composta da 15 repubbliche socialiste, la più grande delle quali era la Russia, a sua volta suddivisa in repubbliche autonome federate.

Uragano v. tifone.

Wehrmacht Dal tedesco «forza di difesa», è il nome assunto dalle forze armate tedesche con la riforma del 1935 e per tutta la durata della Seconda guerra mondiale, fino al 20 agosto 1946, quando fu formalmente sciolta dopo la resa incondizionata della Germania nazista del 7 maggio 1945. Il nome attuale dell'esercito tedesco è *Bundeswehr*, cioè «difesa federale».

WGMS World Glacier Monitoring Service. Ente internazionale che compila e dissemina dati standardizzati sulle fluttuazioni di massa dei ghiacciai

Un salto in libreria

- Abe Naoko, *Passione sakura. La storia dei ciliegi ornamentali giapponesi e dell'uomo che li ha salvati*, Bollati Boringhieri, Torino 2019.
- Barbero Alessandro, *La battaglia. Storia di Waterloo*, Laterza, Bari 2005.
- Barnett Cynthia, *Rain. A natural and cultural history*, Crown Publishing, New York 2015.
- Blom Philipp, *Il primo inverno: La piccola era glaciale e l'inizio della modernità europea (1570-1700)*, Marsilio, Venezia 2018.
- Blom Philipp, *Il grande teatro del mondo. Sul potere dell'immaginazione nell'epoca del caos*, Marsilio, Venezia 2021.
- Blom Philipp, *La natura sottomessa. Ascesa e declino di un'idea*, Marsilio, Venezia 2023.
- Blond Georges, *Vivere e morire per Napoleone*, vol. II, BUR Rizzoli, Milano 1998.
- Boisnard Luc, *Altitudes: Ascensions d'un alpiniste et chef d'entreprise engagé*, Alisio, Paris 2018.
- Cameron Alan, *The last pagans of Rome*, Oxford University Press, New York 2011.
- Camuffo Dario, *Clima e uomo. Meteorologia e cultura: Dai «fulmini» di Giove alle previsioni via satellite*, Garzanti, Milano 1990.

- Fatland Erika, *La vita in alto. Una stagione sull'Himalaya*, Marsilio, Venezia 2021.
- Ffrench Blake Val, *The Crimean War*, Pen & Sword Books Limited, Barnsley 2006 (<https://archive.org/details/crimeanwar0000ffre>).
- Fleming James R. (Ed.), *Weathering the storm. Sverre Petterssen, the D-Day forecast and the rise of modern meteorology*, American Meteorological Society, Boston 2001.
- Frankopan Peter, *Tra la terra e il cielo: L'uomo e la natura, una storia millenaria*, Mondadori, Milano 2023.
- Harper Kyle, *Il destino di Roma – Clima, epidemie e la fine di un impero*, Einaudi, Torino 2019.
- Jha Alok, *Il libro dell'acqua. La storia straordinaria della più ordinaria delle sostanze*, Bollati Boringhieri, Torino 2016.
- Krauss Lawrence M., *La fisica del cambiamento climatico*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2022.
- Lamb Hubert, *Climate: Present, past and future. Volume 1: Fundamentals and climate now*, Routledge, London 2012.
- Lamb Hubert, *Climate: Present, past and future. Volume 2: Climatic history and the future*, Routledge, London 2012.
- Le Couteur Penny e Burreson Jay, *I bottoni di Napoleone. Come 17 molecole hanno cambiato la storia*, Longanesi, Milano 2016.
- Lentini Gianluca, *Storie del clima: Dalla Mesopotamia agli esopianeti*, Hoepli, Milano 2021.
- Le Roy Ladurie Emmanuel, *Tempo di festa, tempo di carestia*, Einaudi, Torino 1982.
- Levizzani Vincenzo, *Il libro delle nuvole. Manuale pratico e teorico per leggere il cielo*, Il Saggiatore, Milano 2021.
- Levizzani Vincenzo, *Piccolo manuale per cercatori di nuvole*, Il Saggiatore, Milano 2022.
- Levizzani Vincenzo, *Quando fuori piove. Storia e futuro della pioggia*, Il Saggiatore, Milano 2024.

- Mercalli Luca, *Breve storia del clima in Italia: Dall'ultima glaciazione al riscaldamento globale*, Einaudi, Torino 2025.
- Messner Reinhold, *Lettere dall'Himalaya*, Rizzoli, Milano 2021.
- Mezzadrelli Cesarino, *Cereta «Communitas»*, Publi Paolini, Mantova 2023.
- Miodownik Mark, *Liquidi: Le sostanze che scorrono nella nostra vita*, Bollati Boringhieri, Torino 2019.
- Orlando Sandro, *Groenlandia. Viaggio intorno all'isola che scompare*, Editori Laterza, Bari 2021.
- Peixoto Jose P. e Oort Abraham H., *Physics of climate*, American Institute of Physics, College Park, MD 1992.
- Petacco Arrigo, *La nostra Guerra 1940-1945. L'Italia al fronte tra bugie e verità*, UTET, Torino 2016.
- Plutarco, *Vite parallele. Temistocle e Camillo*, BUR Rizzoli, Milano 2013.
- Revelant Andrea, *Il Giappone moderno: dall'Ottocento al 1945*, Einaudi, Torino 2018.
- Rosenlund Marcus, *I 10 disastri climatici che hanno cambiato il mondo*, Garzanti, Milano 2020.
- Salvarana Renata e Castelfranchi Liana, *Matilde di Canossa – Il papato, l'impero – Storia, arte, cultura alle origini del romanico*, Silvana Editoriale, Milano 2008.
- Società geologica italiana, *Itinerari glaciologici sulle montagne italiane*, Comitato glaciologico italiano (disponibile su <https://www.socgeol.it/319/guide-geologiche-regionali.html>).
- Tucidide, *La guerra del Peloponneso*, Oscar Mondadori, Milano 1971.
- Tzu Sun, *L'arte della guerra*, Mondadori, Milano 2018.
- UK Foreign Office, *Guida del soldato in Sicilia. Con un testo di Andrea Camilleri*, Sellerio, Palermo 2013.
- von Clausewitz Carl P. G., *Della guerra*, Mondadori, Milano 1997.
- von Goethe Johann Wolfgang, *Viaggio in Italia (1786-1788)*, BUR Rizzoli, Milano 1991.

Wadhams Peter, *Addio ai ghiacci. Rapporto dall'Artico*, Bollati Borin-ghieri, Torino 2017.

Yazawa Yutaka, *Nippon. Vivere e scoprire il Giappone*, Mondadori, Milano 2019.

Un pizzico di scienza

- Blanchard-Wrigglesworth Edward, DeRepentigny Patricia e Frier-son Dargan M.W., «Increasing boreal fires reduce future global warming and sea ice loss», in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2025, vol. 122, n. 23, e2424614122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2424614122>
- Büntgen Ulf e Di Cosmo Nicola, «Climatic and environmental aspects of the Mongol withdrawal from Hungary in 1242 CE», in *Nature Scientific Reports*, vol. 6, n. 25606, 2016. <https://doi.org/10.1038/srep25606>
- Büntgen Ulf, Myglan Vladimir S., Ljungqvist Fredrik C., McCormick Michael, Di Cosmo Nicola, Sigl Michael, Jungclaus Johann, Wagner Sebastian, Krusic Paul J., Esper Jan, Kaplan Jed O., De Vaan Michiel A.C., Luterbacher Jürg, Wacker Lukas, Tegel Willy e Kirdyanov Alexander V., «Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD», in *Nature Geoscience*, 2016, vol. 9, n. 3, pp. 231-236. <https://doi.org/10.1038/ngeo2652>
- Camuffo Dario, Bertolin Chiara, Schenal Patrizia, Craievich Alberto e Granziero Rossella, «The Little Ice Age in Italy from documentary proxies and early instrumental records», in *Mediterranée*, 2014, vol. 122, pp. 17-30. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.7005>

- Camuffo Dario, Bertolin Chiara, Craievich Alberto, Granziero Rossella ed Enzi Silvia, «When the Lagoon was frozen over in Venice from A.D. 604 to 2012: Evidence from written documentary sources, visual arts and instrumental readings», in *Mediterranée, Paleoenvironment, Geoarchaeology, Historical Geography*, 2017. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.7983>
- Garnier M., «Longues series de mesures de precipitations en France. Zone 1, Zone 2, Zone 3, Zone 4», in *Memorial de la Meteorologie Nationale*, n. 53, fascicoli nn. 1-4. Meteorologie Nationale, Paris 1974.
- Giesche Alena, Hodell David A., Petrie Cameron A., Haug Gerald H., Adkins Jess F., Plessen Birgit, Marwan Norbert, Bradbury Harold J., Hartland Adam, French Amanda D. e Breitenbach Sebastian F.M., «Recurring summer and winter droughts from 4.2-3.97 thousand years ago in north India», in *Nature Communications Earth & Environment*, 2023, vol. 4, n. 103. <https://www.nature.com/articles/s43247-023-00763-z?>
- Giosan Liviu, Orsi William D., Coolen Marco, Wuchter Cornelia, Dunlea Ann G., Thirumalai Kaustubh, Munoz Samuel E., Clift Peter D., Donnelly Jeffrey P., Galy Valier e Fuller Dorian Q., «Neoglacial climate anomalies and the Harappan metamorphosis», in *Climate of the Past*, 2018, vol. 14, n. 11, pp. 1669-1686. <https://doi.org/10.5194/cp-14-1669-2018>
- Haldon John, Elton Hugh, Huebner Sabine R., Izdebski Adam, Mordechai Lee e Newfield Timothy P., «Plagues, climate change, and the end of an empire: A response to Kyle Harper's The Fate of Rome (1): Climate», in *History Compass*, 2018, vol. 16, e12508. <https://doi.org/10.1111/hic3.12508>
- Lindgrén S. e Neumann J., «Great historical events that were significantly affected by the weather: V. Some meteorological events of the Crimean war and their consequences», in *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1980, vol. 61, n. 12, pp. 1570-1583. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1975\)056<1167:GHETWS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1975)056<1167:GHETWS>2.0.CO;2)

- Luterbacher J., Dietrich D., Xoplaki E., Grosjean M. e Wanner H., «European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500», in *Science*, 2004, vol. 303, pp. 1499-1503. <https://doi.org/10.1126/science.1093877>
- Neumann J., «The sea and land breezes in the classical Greek literature», in *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1973, vol. 54, n. 1, pp. 5-8. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1973\)054<0005:TSALBI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1973)054<0005:TSALBI>2.0.CO;2)
- , «Great historical events that were significantly affected by the weather: I. The Mongol invasions of Japan», in *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1975, vol. 56, n. 11, pp. 1167-1171. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1975\)056<1167:GHETWS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1975)056<1167:GHETWS>2.0.CO;2)
- , «Great historical events that were significantly affected by the weather: II. The year leading to the revolution of 1789 in France», in *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1977, vol. 58, n. 2, pp. 163-168. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1977\)058<0163:GHETWS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1977)058<0163:GHETWS>2.0.CO;2)
- , «Great historical events that were significantly affected by the weather: IX. The year leading to the revolution of 1789 in France (II)», in *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1990, vol. 71, n. 1, pp. 33-41. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1977\)058<0163:GHETWS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1977)058<0163:GHETWS>2.0.CO;2)
- , «Great historical events that were significantly affected by the weather: XI. Meteorological aspects of the battle of Waterloo», in *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1993, vol. 74, n. 3, pp. 413-420. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1993\)074<0413:GHETWS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1993)074<0413:GHETWS>2.0.CO;2)
- Norman Charles, Schwinden Lothar, Krusic Paul, Rzepecki Andreas, Bebachuk Tatiana e Büntgen Ulf, «Droughts and conflicts during the late Roman period», in *Climatic Change*, 2025, vol. 178, n. 87. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-025-03925-4>
- Ryan William B.F., Pitman Walter C., Major Candace O., Shimkus

- Kazimieras, Moskalenko Vladimir, Jones Glenn A., Dimitrov Petko Gorür Naci e Sakinç Mehmet, «*An abrupt drowning of the Black Sea shelf*», in *Marine Geology*, 1997, vol. 138, n. 1-2, pp. 119-126. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(97\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(97)00007-8)
- Schoeberl M.R., Wang Y., Taha G., Zawada D.J., Ueyama R e Dessler A., «*Evolution of the climate forcing during the two years after the Hunga Tonga-Hunga Ha'apai eruption*», in *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 2024, vol. 129, e2024JD041296. <https://doi.org/10.1029/2024JD041296>
- Zerefos C.S., Gerogiannis V.T., Balis D., Zerefos S.C. e Kazantzidis A., «*Atmospheric effects of volcanic eruptions as seen by famous artists and depicted in their paintings*», in *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2007, vol. 7, n. 15, pp. 4027-4042. <https://doi.org/10.5194/acp-7-4027-2007>

Ultimi volumi pubblicati

Dimitris Lyacos, *Finché la vittima non sarà nostra*

Pablo Maurette, *Il senso dimenticato*

Antonio Latella, Federico Bellini, *Dittico*

Jeffrey Schnapp, *Storia rapida della velocità*

Luca Ronconi, *Gli anni del Piccolo: 1998-2015*

Isabella Santacroce, *Fluo*

Isabella Santacroce, *Destroy*

Isabella Santacroce, *Luminal*

Simone de Beauvoir interroga Jean-Paul Sartre sul femminismo

Carlo Sini, *Filosofia e memoria*

Sotterraneo, *Dance Me to the End of the World*

Sarah Hart, *C'era n volte*

Susan Bernofsky, *Chiaroveggente del piccolo*

Salvatore La Porta, *Demichov*

Pierre Zaoui, *Bellezza dell'effimero*

Mark Thompson, *La guerra bianca*

Johann Wolfgang Goethe, *La teoria dei colori*

Gianni Brera, *Sul ciclismo*

Lewis Carroll, *Una storia ingarbugliata*

Claudia Grande, *Pornorama*

Bill Hayes, *Sudore*

Philip Hoare, *Leviatano*

Daphne du Maurier, *Il capro espiatorio*

Daphne du Maurier, *Rendez-Vous*

Piccolo manuale illustrato per cercatori di stoffe

Mona Chollet, *Reinventare l'amore*

Edoardo Boncinelli, *Come nascono le idee*

Maurice Blanchot, *La parte del fuoco*

Nisargadatta Maharaj, *Alla sorgente dell'Essere*

Laura Pugno, *L'oltre*

Ian Bostridge, *Io, canto*

Ines Testoni, *Essere eterni*

Paul Oyer, *Economisti allo stadio*

Finito di stampare nell'agosto 2025
presso Graphicscalve S.p.A., Vilminore di Scalve (BG)