CAPITOLO

2

Gli strumenti del geografo: carte, coordinate, dati

Ogni carta è una risposta a una domanda: per leggerla bene bisogna sapere quale.

OBIETTIVI

1. Riconoscere l'oggetto della geografia e i concetti di spazio, territorio, paesaggio e regione.
2. Orientarsi con i punti cardinali e localizzare un luogo con latitudine e longitudine; calcolare differenze di fuso orario.
3. Usare la scala numerica e la scala grafica per calcolare distanze, e leggere simboli, legenda e curve di livello.
4. Capire perché ogni proiezione deforma la superficie terrestre e confrontare carte conformi ed equivalenti.
5. Conoscere telerilevamento, GPS e GIS e valutarne usi e limiti.
6. Calcolare valori relativi (percentuali, densità, variazioni) e leggere in modo critico tabelle e grafici.

INDICE DEL CAPITOLO

2.1 Che cosa studia la geografia 2
2.2 Orientarsi e localizzare 3
2.3 Le carte geografiche 9
2.4 Dalla sfera al piano: le proiezioni 13
2.5 Gli strumenti moderni: satelliti, GPS e GIS 16
2.6 Dati, tabelle e grafici 19

Storia e Geografia 1 · Parte I · Gli strumenti e le origini · versione 1.0
Capitolo 2: Gli strumenti del geografo: carte, coordinate, dati · pagine 47–74 del volume completo · estratto per lo studio

Apri l'app delle mappe sul telefono: in un istante un puntino blu ti dice dove sei, una linea colorata ti indica la strada più breve per la scuola, un'icona ti segnala che sulla tangenziale c'è traffico. Sembra magia, ma dietro quel puntino lavorano insieme strumenti che gli esseri umani hanno inventato e perfezionato in molti secoli: un sistema di coordinate che dà un «indirizzo» a ogni punto della Terra, carte disegnate in scala, satelliti che misurano distanze, enormi archivi di dati organizzati per strati. Sono gli stessi strumenti che usa il geografo.

In questo capitolo impareremo a usarli con consapevolezza. Vedremo come ci si orienta, come si legge e si misura una carta, perché nessuna carta piana può rappresentare la Terra senza deformarla, come funzionano GPS e sistemi informativi geografici, e infine come si leggono i numeri della geografia: percentuali, densità, grafici. Sono strumenti che useremo in tutto il libro, sia per collocare nello spazio le civiltà antiche, sia per studiare la popolazione, le migrazioni e le città di oggi.

2.1 Che cosa studia la geografia

2.1.1 Descrivere e spiegare la Terra

La parola «geografia» viene dal greco e significa «descrizione della Terra» (*gê*, «terra», e *gráphein*, «scrivere, disegnare»). Secondo la tradizione fu Eratostene di Cirene, nel III secolo a.C., il primo a usarla come titolo di un'opera. Ma oggi la **geografia** non si limita a descrivere: è la scienza che studia come sono distribuiti sulla superficie terrestre i fenomeni naturali e umani, perché si trovano proprio lì e come sono collegati fra loro. Il geografo non chiede soltanto «dove?», ma anche «perché lì?» e «con quali conseguenze?».

Prendiamo un esempio vicino a noi. Che la pianura Padana sia la zona più popolata d'Italia è un'informazione descrittiva. Il geografo però si domanda perché: la pianura offre terreni fertili e acqua abbondante, rende facili le comunicazioni, ha favorito nei secoli l'agricoltura, poi l'industria e la crescita delle città. A sua volta questa concentrazione di persone e attività produce effetti sull'ambiente, come l'inquinamento dell'aria o il consumo di suolo. Spiegare un fenomeno significa ricostruire questa catena di cause ed effetti.

Tradizionalmente la disciplina si divide in due grandi rami. La geografia fisica studia gli elementi naturali: rilievi, coste, fiumi, clima, vegetazione. La geografia umana studia la presenza degli esseri umani sulla Terra: la popolazione e i suoi spostamenti, le città, le attività economiche, le culture, gli Stati e i loro confini. La distinzione è utile per organizzare lo studio, ma nella realtà i due aspetti sono sempre intrecciati. Una diga, per esempio, è un'opera umana che modifica il regime di un fiume; una siccità è un fenomeno naturale che può spingere migliaia di per-

sone a migrare. Il cuore della geografia è proprio il rapporto uomo-ambiente: l'ambiente offre risorse e pone limiti, e le società lo trasformano, a volte in modo sostenibile, a volte no.

2.1.2 Le parole del geografo: spazio, territorio, paesaggio, regione

Alcuni termini che nel linguaggio quotidiano usiamo quasi come sinonimi, in geografia hanno significati precisi.

- Lo spazio geografico è la superficie terrestre considerata come luogo in cui si distribuiscono fenomeni e si stabiliscono relazioni: distanze, flussi di persone e merci, collegamenti.
- Il **territorio** è una porzione di spazio organizzata, trasformata e controllata da una comunità umana: lo si delimita con confini, lo si attraversa con strade, lo si governa con leggi. Il territorio di un Comune o di uno Stato ne sono esempi.
- Il **paesaggio** è l'aspetto visibile di un territorio, così come lo percepiscono le persone che lo abitano o lo osservano: un insieme di elementi naturali (rilievi, acque, vegetazione) e umani (campi, case, strade) che porta i segni della sua storia. I terrazzamenti delle Cinque Terre o le colline coltivate a vite delle Langhe sono paesaggi costruiti da generazioni di contadini. La Costituzione italiana, all'articolo 9, affida alla Repubblica la tutela del paesaggio (vedi Capitolo 1).
- Una **regione** è un'area che presenta caratteri omogenei, che la distinguono da quelle vicine. Può essere una *regione naturale*, definita da caratteri fisici (la pianura Padana, il bacino del Nilo), oppure una *regione amministrativa*, definita da confini stabiliti dalla legge (la Lombardia, la Sicilia). Spesso le due non coincidono.

2.2 Orientarsi e localizzare

2.2.1 Punti cardinali e rosa dei venti

Orientarsi significa stabilire la propria posizione e la direzione da seguire rispetto a punti di riferimento fissi. La parola stessa ricorda il più antico di questi riferimenti: l'Oriente, cioè il punto dell'orizzonte da cui sorge il Sole. I quattro **punti cardinali** sono il Nord (o settentrione), il Sud (o meridione, mezzogiorno), l'Est (o levante, oriente) e l'Ovest (o ponente, occidente). Il Sole sorge approssimativamente a est e tramonta approssimativamente a ovest; alle nostre latitudini, a mezzogiorno si trova sempre verso sud. Di notte, nell'emisfero boreale, la Stella Polare indica con buona precisione il nord.

Tra i punti cardinali si collocano i punti intermedi: Nord-Est, Sud-Est, Sud-Ovest, Nord-Ovest. Insieme formano la **rosa dei venti** (Figura 2.1A), così chiamata perché i naviganti del Mediterraneo davano a ogni direzione il nome del vento che soffia da quella parte. I nomi italiani nascono dal punto di vista di chi navigava nel Mediterraneo centrale: il Grecale soffia da nord-est, cioè dalla direzione della Grecia; il Libeccio da sud-ovest, dalla direzione della Libia; la Tramontana viene «da oltre i monti», cioè da nord. Ancora oggi i bollettini del mare usano questi

nomi. Le direzioni si possono indicare anche con un angolo, misurato in senso orario a partire dal nord: 0° è il nord, 90° l'est, 180° il sud, 270° l'ovest.

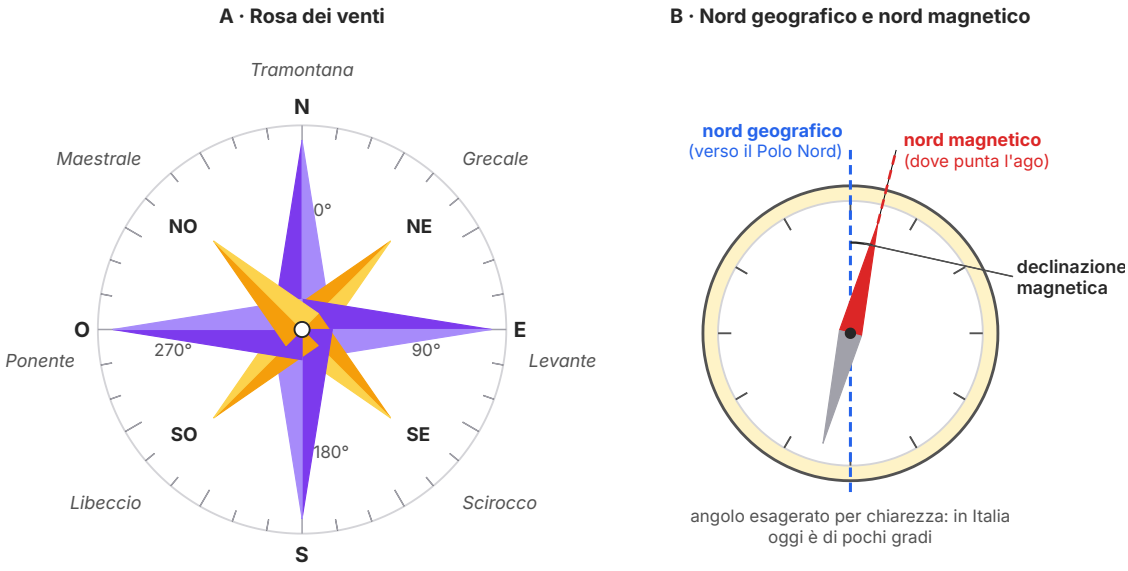


Figura 2.1 A: la rosa dei venti a otto punte, con le sigle dei punti cardinali e intermedi (O = ovest), i nomi dei venti mediterranei e gli angoli misurati in senso orario dal nord. B: l'ago della bussola punta verso il nord magnetico, che non coincide con il nord geografico; l'angolo fra le due direzioni è la declinazione magnetica (qui disegnata molto più ampia del reale).

Per orientarsi quando il cielo è coperto si usa la bussola, uno strumento con un ago magnetizzato libero di ruotare, che si allinea con il campo magnetico terrestre. Conosciuta in Cina, la bussola si diffuse nella navigazione mediterranea fra il XII e il XIII secolo. Attenzione, però: l'ago non punta esattamente al Polo Nord geografico, ma al **nord magnetico**, che si trova in un'altra posizione e si sposta lentamente nel tempo. L'angolo fra le due direzioni si chiama declinazione magnetica (Figura 2.1B). In Italia oggi è di pochi gradi, ma in altre regioni del mondo, specie vicino ai poli, è molto più grande, e chi usa una carta e una bussola per orientarsi deve tenerne conto.

2.2.2 Il reticolato geografico

Per dire con precisione dove si trova un luogo non bastano i punti cardinali: serve un sistema di riferimento valido per tutta la Terra. Questo sistema è il **reticolato geografico**, una rete di linee immaginarie tracciate sul globo (Figura 2.2).

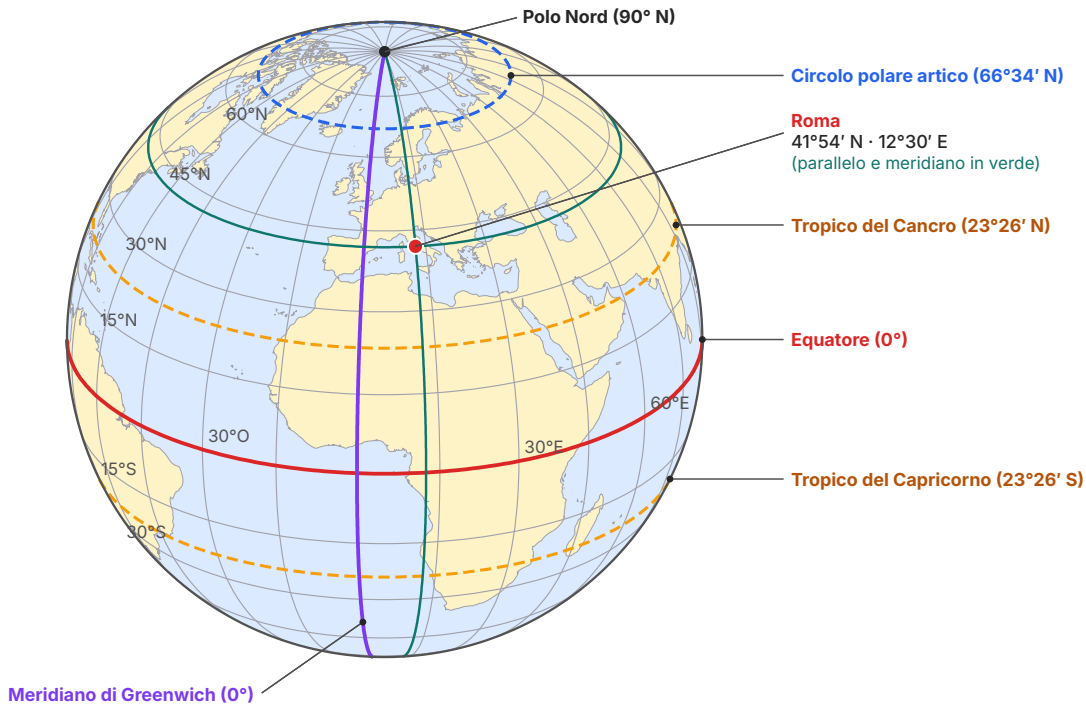


Figura 2.2 Il reticolato geografico su un globo visto dallo spazio (proiezione ortografica calcolata, linee ogni 15°). In evidenza l'Equatore, i tropici, il Circolo polare artico, il meridiano di Greenwich e il parallelo e il meridiano che si incrociano a Roma.

La Terra ruota attorno a un asse che la attraversa da un polo all'altro. A metà strada fra i due poli corre l'Equatore, la circonferenza più lunga che si possa tracciare in direzione est-ovest (circa 40 075 km), che divide la Terra in emisfero settentrionale (o boreale) ed emisfero meridionale (o australe). I **paralleli** sono le circonferenze parallele all'Equatore: diventano sempre più piccole man mano che ci si avvicina ai poli, dove si riducono a un punto. I **meridiani** sono semicirconferenze che uniscono il Polo Nord al Polo Sud; sono tutti uguali e tagliano i paralleli ad angolo retto.

Fra i meridiani non ce n'è uno «naturalmente» più importante degli altri: per scegliere un meridiano di partenza serviva un accordo internazionale. Nel 1884 una conferenza riunita a Washington adottò come meridiano fondamentale (o meridiano zero) quello che passa per l'osservatorio di Greenwich, presso Londra. La scelta rifletteva il peso della Gran Bretagna, allora la maggiore potenza marittima del mondo, e il fatto che molte carte nautiche usavano già quel riferimento. Il meridiano di Greenwich divide la Terra in emisfero orientale ed emisfero occidentale.

2.2.3 Latitudine e longitudine

Ogni punto della Terra si trova all'incrocio di un parallelo e di un meridiano. Per individuarlo bastano quindi due numeri, le coordinate geografiche, espresse in gradi (°) e primi (′): un grado si divide in 60 primi, così come un'ora si divide in 60 minuti.

- La **latitudine** è la distanza angolare di un punto dall'Equatore, misurata lungo il suo meridiano. Va da 0° (sull'Equatore) a 90° (ai poli) e si indica come Nord (N) o Sud (S). Tutti i punti dello stesso parallelo hanno la stessa latitudine.
- La **longitudine** è la distanza angolare di un punto dal meridiano di Greenwich, misurata lungo il suo parallelo. Va da 0° a 180° e si indica come Est (E) o Ovest (O). Tutti i punti dello stesso meridiano hanno la stessa longitudine.

Il centro di Roma, per esempio, si trova a circa **41°54′ N** e **12°30′ E**: 41 gradi e 54 primi a nord dell'Equatore, 12 gradi e 30 primi a est di Greenwich. Milano è a 45°28′ N e 9°11′ E, cioè più a nord e più a ovest di Roma; Palermo è a 38°07′ N e 13°22′ E. I confronti riservano qualche sorpresa: New York (40°43′ N, 74°00′ O) si trova più o meno alla latitudine di Napoli, eppure ha inverni molto più freddi. La latitudine conta per il clima, ma non è l'unico fattore: incidono anche le correnti marine e la posizione rispetto ai continenti.

Le coordinate ci permettono anche di stimare distanze. Poiché tutti i meridiani sono uguali, lungo un meridiano un grado di latitudine corrisponde sempre a circa 111 km, e un primo a circa 1,85 km (è il *miglio nautico* usato in mare e in aviazione). Lungo un parallelo, invece, un grado di longitudine è tanto più corto quanto più ci si allontana dall'Equatore: circa 111 km all'Equatore, circa 83 km alla latitudine di Roma, zero ai poli.

> **DA RICORDARE**
>
> **Come si scrivono le coordinate.** Prima la latitudine, poi la longitudine: Roma = 41°54′ N, 12°30′ E. La latitudine va da 0° a 90° (N o S); la longitudine da 0° a 180° (E o O). Nei sistemi digitali le coordinate si scrivono spesso in gradi decimali, con il segno meno per Sud e Ovest: Roma ≈ 41,90; 12,50. Per passare dai primi ai decimali si divide per 60: 54′ = 54/60 = 0,9°.

2.2.4 Tropici e circoli polari

Quattro paralleli hanno un nome particolare, perché segnano limiti legati all'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano dell'orbita intorno al Sole. I **tropici** si trovano a circa 23°26′ di latitudine: il Tropico del Cancro a nord, il Tropico del Capricorno a sud. Sono i paralleli più lontani dall'Equatore in cui il Sole, almeno un giorno all'anno (al solstizio d'estate del rispettivo emisfero), a mezzogiorno si trova esattamente allo zenit, cioè a picco sulla testa dell'osservatore. Fra i due tropici si estende la fascia intertropicale.

I **circoli polari** si trovano a circa 66°34′ di latitudine: il Circolo polare artico a nord, il Circolo polare antartico a sud. Oltre questi paralleli c'è almeno un giorno all'anno in cui il Sole non tramonta mai (il «sole di mezzanotte») e almeno uno in cui non sorge mai. I valori 23°26′ e 66°34′ sono arrotondati e non sono fissi: l'inclinazione dell'asse terrestre varia molto lentamente, nel corso di decine di migliaia di anni, e con essa si spostano tropici e circoli polari.

2.2.5 Dalle fasce astronomiche alle zone climatiche

Tropici e circoli polari dividono la superficie terrestre in cinque **fasce astronomiche**: la fascia torrida, tra i due tropici, dove a mezzogiorno il Sole è sempre alto nel cielo e il calore è massimo; le due fasce temperate, tra i tropici e i circoli polari; le due fasce glaciali, oltre i circoli polari, dove il Sole resta basso sull'orizzonte anche d'estate. Le fasce astronomiche spiegano perché in media fa più caldo all'Equatore che ai poli, ma non bastano a descrivere il **clima**, cioè l'insieme delle condizioni dell'atmosfera (temperature, piogge, venti) che caratterizzano un luogo nel corso di molti anni: da non confondere con il tempo meteorologico di un giorno (vedi Capitolo 16).

Oltre alla latitudine, il clima dipende da altri **fattori climatici**. L'**altitudine**: salendo, la temperatura diminuisce in media di circa 6 °C ogni 1 000 m, per cui sulle Ande dell'Ecuador, sotto l'Equatore, ci sono ghiacciai. La **distanza dal mare**: il mare si scalda e si raffredda lentamente, e quindi rende gli inverni più miti e le estati più fresche; nell'interno dei continenti le differenze tra estate e inverno sono molto più forti. Le **correnti marine**: la Corrente del Golfo porta acque calde verso l'Europa nord-occidentale, che ha inverni più miti del Canada alla stessa latitudine. I **rilievi**: le montagne fermano i venti umidi, così che un versante riceve molta pioggia e quello opposto resta arido.

Combinando temperature e piogge, il climatologo tedesco Wladimir Köppen propose all'inizio del Novecento una classificazione dei climi ancora usata, in versioni aggiornate, nelle carte tematiche (Tabella 2.1). Le zone climatiche non coincidono con le fasce astronomiche: il deserto del Sahara e la foresta del Congo si trovano entrambi nella fascia torrida, ma il primo riceve pochissima pioggia, la seconda moltissima. Nei capitoli di storia incontreremo spesso il clima arido delle valli del Tigri, dell'Eufrate e del Nilo e il clima mediterraneo della Grecia e dell'Italia.

Tabella 2.1 Le grandi zone climatiche secondo la classificazione di Köppen (semplificata). Le soglie di temperatura si riferiscono alla media mensile; molti autori usano 0 °C invece di −3 °C come limite tra i gruppi C e D.

Gruppo	Caratteri principali	Esempi di regioni
A · tropicali umidi	caldi tutto l'anno (mese più freddo sopra 18 °C); piogge abbondanti, tutto l'anno o in una stagione delle piogge	Amazzonia, bacino del Congo, Indonesia; savane africane
B · aridi	l'evaporazione supera le precipitazioni: deserti e steppe	Sahara, penisola arabica, Mesopotamia, interno dell'Australia
C · temperati	mese più freddo tra −3 °C e 18 °C; comprendono il clima mediterraneo (estate secca) e quello oceanico	coste del Mediterraneo, Europa occidentale, Cina sud-orientale
D · temperati freddi (continentali)	mese più freddo sotto −3 °C, mese più caldo sopra 10 °C; forti differenze tra estate e inverno	Europa orientale, Russia, Canada
E · polari	mese più caldo sotto 10 °C: tundra e ghiacci perenni	Groenlandia, Antartide, coste del Mar Glaciale Artico

2.2.6 I fusi orari

La Terra compie una rotazione completa su sé stessa (360°) in 24 ore: in un'ora ruota quindi di 360 : 24 = 15°. Quando in un luogo è mezzogiorno solare (il Sole è nel punto più alto), 15° più a est è già l'una del pomeriggio e 15° più a ovest sono ancora le undici del mattino. Se ogni città usasse la propria ora solare, però, gli orari dei treni e delle comunicazioni diventerebbero un caos. Per questo, dalla fine dell'Ottocento, la Terra è stata divisa in 24 **fusi orari**, spicchi larghi in teoria 15° di longitudine, all'interno dei quali vale la stessa ora ufficiale. Il fuso di riferimento è centrato sul meridiano di Greenwich, e le ore degli altri fusi si indicano come differenza rispetto al tempo universale coordinato (UTC): l'Italia, per esempio, usa l'ora dell'Europa centrale, UTC+1, riferita al meridiano 15° E, che attraversa la Sicilia orientale vicino all'Etna.

Nella pratica i confini dei fusi seguono più i confini politici che i meridiani: uno Stato preferisce avere un'ora sola su tutto il suo territorio, o al massimo poche. La Cina, che si estende per circa 60° di longitudine, usa un'unica ora ufficiale (UTC+8). Molti Stati, inoltre, nei mesi estivi spostano gli orologi un'ora avanti: è l'*ora legale*, che nell'Unione europea va dall'ultima domenica di marzo all'ultima domenica di ottobre, quando l'Italia passa a UTC+2.

Sul meridiano opposto a Greenwich, a 180°, corre la **linea del cambiamento di data**. Chi la attraversa viaggiando verso ovest (dall'America verso l'Asia) deve aggiungere un giorno al calendario; chi la attraversa verso est deve toglierne uno. La linea non segue esattamente il meridiano 180°, ma devia per non dividere in due arcipelaghi o Stati del Pacifico.

ESEMPIO SVOLTO

Che ore sono a...? È gennaio e a Roma sono le 15:00. Che ore sono a New York (UTC−5) e a Tokyo (UTC+9)?

Soluzione. In inverno l'Italia è a UTC+1. New York è 1 − (−5) = 6 ore indietro rispetto a Roma: 15 − 6 = **9:00**. Tokyo è 9 − 1 = 8 ore avanti: 15 + 8 = 23, cioè le **23:00** dello stesso giorno.

Ora ufficiale e ora solare. Lecce (18°10′ E) e Torino (7°41′ E) hanno la stessa ora ufficiale, ma non lo stesso mezzogiorno solare. La differenza di longitudine è 18°10′ − 7°41′ = 10°29′ ≈ 10,48°. Poiché 15° corrispondono a 60 minuti, 1° corrisponde a 4 minuti: 10,48 × 4 ≈ **42 minuti**. A Lecce il Sole raggiunge il punto più alto circa 42 minuti prima che a Torino.

2.3 Le carte geografiche

2.3.1 Ridurre, semplificare, simboleggiare

Una carta geografica è una rappresentazione ridotta, approssimata e simbolica della superficie terrestre, o di una sua parte, su un piano. Ognuno dei tre aggettivi indica una scelta. La carta è *ridotta*, perché le distanze reali vengono rimpicciolite secondo un rapporto costante. È *approssimata*, perché trasformare la superficie curva della Terra in un foglio piatto comporta sempre qualche deformazione (lo vedremo nel paragrafo 2.4). È *simbolica*, perché la realtà viene rappresentata con segni convenzionali: un pallino per una città, una linea azzurra per un fiume, un colore per un'altitudine. Il cartografo, inoltre, seleziona: su una carta dell'Italia intera non possono comparire tutte le strade e tutti i paesi, e decidere che cosa mostrare e che cosa tralasciare dipende dallo scopo della carta.

2.3.2 La scala

La **scala** è il rapporto fra una distanza misurata sulla carta e la corrispondente distanza reale. Si può indicare in due modi.

La **scala numerica** è una frazione, scritta di solito nella forma 1:100 000 («uno a centomila»): significa che 1 unità sulla carta corrisponde a 100 000 unità uguali nella realtà. Quindi 1 cm sulla carta rappresenta 100 000 cm, cioè 1 km. Il numero dopo i due punti si chiama denominatore della scala: più è grande, più la realtà è stata rimpicciolita.

La **scala grafica** è un segmento graduato disegnato sulla carta, su cui si leggono direttamente le distanze reali (Figura 2.3). Ha un grande vantaggio: se la carta viene ingrandita o ridotta, per esempio con una fotocopiatrice o sullo schermo di un tablet, la barra si ingrandisce o si riduce insieme a tutto il resto e rimane corretta, mentre la scala numerica stampata diventa sbagliata.

$$\text{distanza reale} = \text{distanza sulla carta} \times \text{denominatore della scala}$$

ESEMPIO SVOLTO

Calcolare con la scala. a) Su una carta topografica in scala 1:25 000 due rifugi distano 8,6 cm. Qual è la distanza reale? b) Due città distano in linea d'aria 40 km: quanti centimetri le separano su una carta 1:250 000? c) Su una carta, 12 km reali corrispondono a 4,8 cm. Qual è la scala?

Soluzione. a) 8,6 cm × 25 000 = 215 000 cm. Poiché 1 km = 100 000 cm, la distanza è **2,15 km**.
b) 40 km = 4 000 000 cm; 4 000 000 : 250 000 = **16 cm**.
c) 12 km = 1 200 000 cm; 1 200 000 : 4,8 = 250 000. La scala è **1:250 000**.
Verifica. Con la scala trovata in c), 4,8 cm × 250 000 = 1 200 000 cm = 12 km. Il conto torna. Il trucco per non sbagliare è uno solo: trasformare tutte le misure nella stessa unità (i centimetri) prima di dividere o moltiplicare.



Figura 2.3 L'Italia con alcune città, il Po, l'Adige e il Tevere (coste e fiumi da dati Natural Earth). La scala grafica permette di misurare le distanze in linea d'aria: il tratto Roma–Napoli corrisponde a circa 190 km. In questa proiezione la scala è esatta alla latitudine centrale della carta (c. 42° N); verso nord e verso sud l'errore resta di pochi punti percentuali.

2.3.3 Grande scala e piccola scala

Una carta si dice a grande scala quando il denominatore è piccolo (per esempio 1:5 000 o 1:25 000): la riduzione è modesta, gli oggetti appaiono grandi e ricchi di dettagli, ma il foglio può rappresentare soltanto un'area limitata. Una carta a piccola scala ha invece un denominatore grande (1:1 000 000, 1:50 000 000): rappresenta aree vaste, una regione, un continente o il mondo intero, ma con pochi dettagli. In base alla scala si distinguono tradizionalmente alcuni tipi di rappresentazione (Tabella 2.2); i limiti fra un tipo e l'altro sono indicativi e variano da un manuale all'altro.

Tabella 2.2 Tipi di rappresentazione in base alla scala (limiti indicativi).

Tipo	Scala	Che cosa mostra	Esempi d'uso
Piante e mappe	fino a 1:10 000	singoli edifici, vie, particelle di terreno	pianta di una città, mappa catastale
Carte topografiche	da 1:10 000 a 1:150 000	rilievo dettagliato, strade, sentieri, edifici isolati	escursionismo, progettazione di opere
Carte corografiche	da 1:150 000 a 1:1 000 000	una regione, con città, rete stradale e fiumi principali	carte stradali, carte regionali
Carte geografiche	oltre 1:1 000 000	Stati, continenti, il mondo intero	atlanti, planisferi

ERRORE FREQUENTE

«Grande scala» non vuol dire «grande territorio». È vero il contrario. La scala è una frazione: 1:10 000 = 1/10 000 è un numero più grande di 1:1 000 000 = 1/1 000 000. Una carta a grande scala rappresenta quindi un'area *piccola* con molti particolari; un planisfero è una carta a piccolissima scala. Per ricordarlo, pensa a quanto appare grande sul foglio uno stesso oggetto, per esempio la tua scuola: su una pianta 1:2 000 è un rettangolo ben visibile, su un planisfero non si vede nemmeno.

2.3.4 Che cosa rappresentano le carte

Le carte si classificano anche in base al contenuto. Le carte fisiche rappresentano gli elementi naturali: rilievi, pianure, fiumi, laghi, mari. Di solito usano una scala di colori che va dal verde delle pianure al marrone delle montagne e all'azzurro, più o meno intenso, delle profondità marine. Le carte politiche mostrano gli Stati, le regioni, i confini e le città, con colori diversi per le diverse unità amministrative. Le **carte tematiche** rappresentano la distribuzione di un singolo fenomeno: la densità di popolazione, le precipitazioni, le lingue parlate, le aree protette. Le carte topografiche sono carte a grande scala, molto dettagliate, che descrivono in modo

preciso il terreno; in Italia le produce l'Istituto Geografico Militare (IGM) di Firenze, ente cartografico dello Stato. Infine, le carte storiche rappresentano situazioni del passato (l'impero persiano, le colonie greche, le conquiste romane) su una base geografica attuale: ne troverai molte in questo libro.

COLLEGAMENTI

Storia: carte moderne per mondi antichi. Quando in questo libro troverai una carta della Mesopotamia o della Grecia antica, ricorda che è disegnata sulle coste di oggi. In alcuni luoghi la linea di costa è cambiata molto: il golfo Persico arrivava più all'interno, i fiumi Po e Nilo hanno fatto avanzare i loro delta, il porto di Ostia antica è oggi a qualche chilometro dal mare, la città greca di Mileto, un tempo porto affacciato sul mare, si trova ora nell'entroterra. Una carta storica è sempre una ricostruzione: le sue didascalie lo dicono quando conta.

Ogni carta ha bisogno di una legenda, il riquadro che spiega il significato dei simboli e dei colori usati. Leggere una carta senza guardare la legenda è come leggere un testo in una lingua di cui si conoscono solo alcune parole. Vanno sempre osservati anche il titolo, la scala, l'orientamento (di solito il nord è in alto, ma non è obbligatorio: per questo molte carte riportano una freccia del nord) e, per le carte tematiche, la fonte e l'anno dei dati.

2.3.5 Il rilievo sulla carta: curve di livello e quote

Come si rappresenta su un foglio piatto un territorio che sale e scende? Il metodo più preciso, usato nelle carte topografiche, sono le **curve di livello** (o isoipse): linee che uniscono tutti i punti che si trovano alla stessa altitudine. Immagina di tagliare una collina con tanti piani orizzontali, uno ogni 100 m di altezza, e di disegnare dall'alto il contorno di ogni taglio: otterrai una serie di curve chiuse, una dentro l'altra (Figura 2.4). La differenza di altitudine fra due curve successive si chiama **equidistanza** ed è costante su tutta la carta. Le linee che uniscono i punti di uguale profondità sotto il livello del mare si chiamano invece isobate.

L'altitudine di un punto, detta quota, si misura in metri rispetto al livello medio del mare; in Italia il riferimento è il livello medio misurato dal mareografo di Genova. Sulle carte molte cime e molti punti notevoli sono indicati da un *punto quotato*, cioè da un simbolo accompagnato dal valore dell'altitudine.

Le curve di livello si leggono con una regola semplice: dove sono vicine il pendio è ripido, perché in poco spazio orizzontale si sale di molto; dove sono distanti il pendio è dolce. Con le curve di livello si può costruire il profilo topografico, il disegno del terreno visto «di taglio» lungo una linea: si riportano su un grafico le distanze dei punti in cui la linea taglia le curve e le rispettive quote, e si uniscono i punti ottenuti.

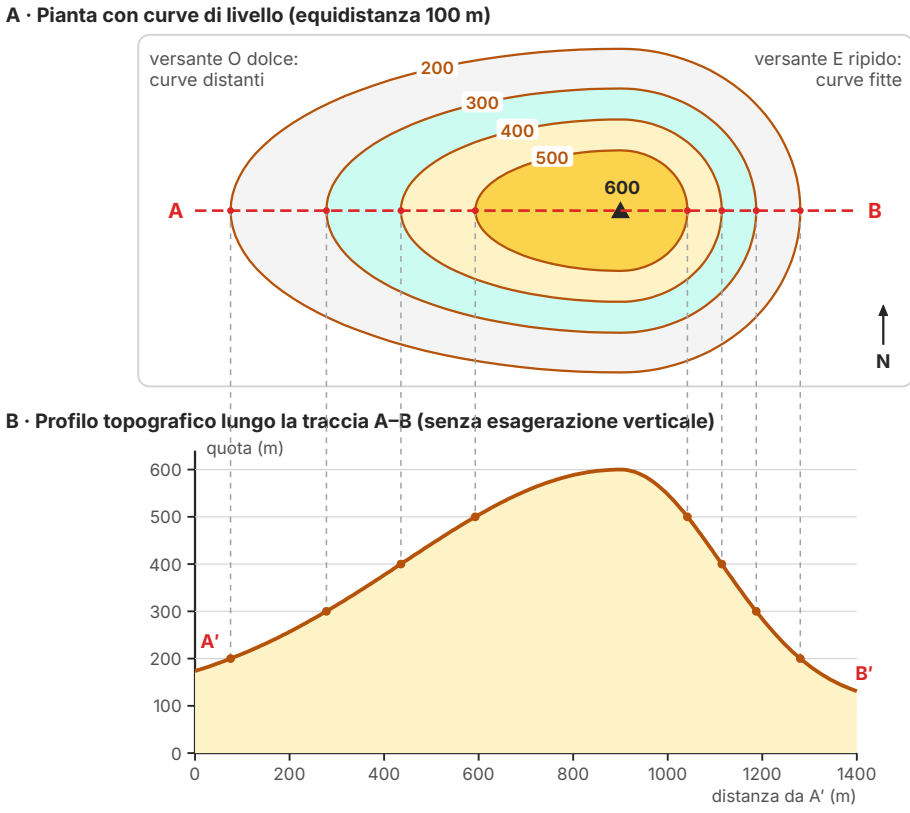


Figura 2.4 Una collina immaginaria alta 600 m, calcolata da un'equazione. A: in pianta, le curve di livello ogni 100 m sono distanti sul versante ovest (pendio dolce) e fitte sul versante est (pendio ripido). B: il profilo lungo la traccia A–B si costruisce proiettando verso il basso i punti in cui la traccia taglia le curve e riportando le loro quote; scala orizzontale e verticale sono uguali.

2.4 Dalla sfera al piano: le proiezioni

2.4.1 Un problema senza soluzione perfetta

La rappresentazione più fedele della Terra è il globo, un modello sferico che conserva forme, distanze, aree e direzioni. Il globo però è ingombrante e non permette di vedere tutto il pianeta in una volta; soprattutto, non consente di rappresentare piccole aree con molti dettagli. Per questo si usano le carte piane. Ma una superficie sferica non si può distendere su un piano senza strapparla o deformarla: prova ad appiattire la buccia di un'arancia sul tavolo e vedrai che si spacca. I matematici hanno dimostrato che nessuna carta piana può conservare contemporaneamente le forme e le aree di tutte le regioni della Terra.

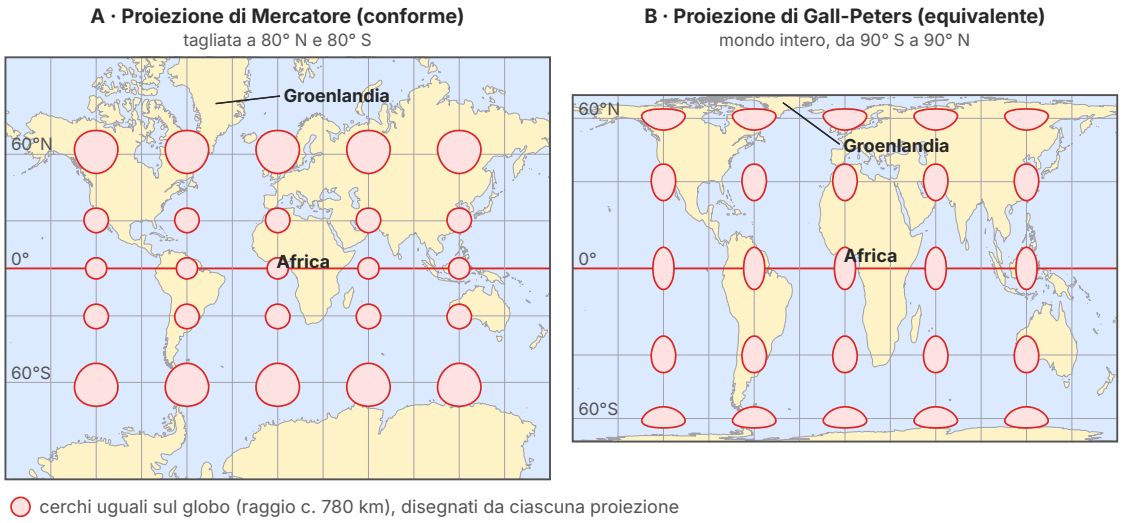


Figura 2.5 Due proiezioni cilindriche del planisfero calcolate dalle loro formule, con lo stesso reticolato ogni 30°. I cerchi rossi sono tutti uguali sul globo: Mercatore (A) li lascia rotondi ma li ingrandisce sempre più verso i poli, in entrambi gli emisferi; Gall-Peters (B) conserva la loro area ma li schiaccia o li allunga. Groenlandia e Africa: aree reali c. 2,17 e c. 30,4 milioni di km².

Il procedimento matematico che fa corrispondere a ogni punto del globo un punto del piano si chiama **proiezione** cartografica. Ne esistono moltissime, e ognuna sceglie che cosa conservare e che cosa sacrificare. Una carta che conserva gli angoli, e quindi la forma delle piccole aree, si dice **conforme**; una carta che conserva le aree, cioè i rapporti di superficie fra le regioni, si dice **equivalente**; una carta che conserva le distanze, ma solo lungo alcune linee o a partire da un punto, si dice equidistante. Le proiezioni si distinguono anche per la superficie su cui immaginiamo di «proiettare» il globo: un cilindro avvolto intorno all'Equatore (proiezioni cilindriche), un cono appoggiato sul globo (proiezioni coniche), un piano tangente in un punto (proiezioni azimutali o di prospettiva).

2.4.2 Mercatore, Peters e le altre

La proiezione più famosa è quella ideata dal cartografo fiammingo Gerardo Mercatore nel 1569. È una proiezione cilindrica conforme, costruita per i naviganti: su questa carta una rotta che mantiene sempre la stessa direzione di bussola appare come una linea retta, ed è quindi facile tracciarla con un righello. Il prezzo da pagare è una forte deformazione delle aree, che cresce con la latitudine: a 60° di latitudine le lunghezze sono raddoppiate e le aree quadruplicate rispetto all'Equatore, e vicino ai poli la deformazione cresce senza limiti, tanto che i poli non si possono rappresentare. Sulla carta di Mercatore la Groenlandia (circa 2,17 milioni di km²) sembra grande quasi quanto l'Africa, che in realtà è circa 14 volte più estesa (circa 30,4 milioni di km²) (Figura 2.5A).

Per confrontare correttamente le superfici di Stati e continenti si usano invece carte equivalenti. La proiezione di Gall-Peters, descritta da James Gall nel 1855 e resa celebre da Arno Peters negli anni Settanta del Novecento, rappresenta l'Africa e l'America meridionale con le loro dimensioni reali rispetto all'Europa, ma le forme dei continenti appaiono stirate in verticale vicino all'Equatore e schiacciate alle alte latitudini (Figura 2.5B). La proiezione di Mollweide (1805), anch'essa equivalente, ha forma ellittica ed è molto usata per le carte tematiche mondiali. Le proiezioni azimutali, infine, sono adatte a rappresentare le regioni polari: l'emblema delle Nazioni Unite, per esempio, mostra i continenti disposti intorno al Polo Nord.

ERRORE FREQUENTE

«La carta di Mercatore ingrandisce il Nord». Non è esatto. Mercatore ingrandisce le *alte latitudini* di entrambi gli emisferi: anche la Terra del Fuoco o l'Antartide appaiono enormemente dilatate. L'impressione di un Nord ingigantito nasce dal fatto che la maggior parte delle terre emerse ad alta latitudine si trova nell'emisfero boreale (Canada, Groenlandia, Russia). E non è nemmeno una carta «sbagliata»: è una carta perfetta per lo scopo per cui fu creata, la navigazione, e inadatta a confrontare superfici.

APPROFONDIMENTO

Le carte e il punto di vista. Negli anni Settanta e Ottanta del Novecento la proiezione di Peters suscitò un vivace dibattito. I suoi sostenitori affermavano che la carta di Mercatore, allora diffusissima nelle scuole e negli uffici, dava un'immagine distorta del mondo, in cui l'Europa e l'America settentrionale apparivano più grandi e quindi, implicitamente, più importanti dei paesi dell'Africa, dell'Asia meridionale e dell'America latina. Molti cartografi risposero che le carte equivalenti esistevano da tempo e che la proiezione di Peters non era né nuova né la migliore possibile. Il dibattito ebbe comunque un merito: ricordare che la scelta di una proiezione, del centro della carta e perfino di che cosa mettere «in alto» non è mai del tutto neutrale. Oggi gli atlanti scolastici usano spesso proiezioni di compromesso, che non conservano esattamente né le aree né le forme, ma limitano entrambe le deformazioni.

2.4.3 Breve storia della cartografia

Gli uomini disegnano carte da molto prima di saper misurare con precisione la Terra. Una delle più antiche carte del mondo che conosciamo è una tavoletta d'argilla babilonese del I millennio a.C., conservata al British Museum: mostra Babilonia al centro e il mondo come un disco circondato da un fiume-oceano. I Greci attribuivano ad **Anassimandro** di Mileto (VI secolo a.C.) la prima carta del mondo conosciuto. Nel III secolo a.C. **Eratostene** di Cirene, che studieremo nel Capitolo 11, misurò la circonferenza della Terra e tracciò sulle sue carte linee simili ai nostri paralleli e meridiani. Nel II secolo d.C. **Claudio Tolomeo**, ad Alessandria d'Egitto, raccolse nella

sua *Geografia* le coordinate di circa ottomila località e spiegò come rappresentare la sfera su un piano: un'idea, quella di localizzare i luoghi con due numeri, che è ancora alla base del GPS.

I Romani preferivano carte pratiche, al servizio di chi viaggiava: elenchi di tappe e di distanze lungo le strade, e carte stradali come quella di cui ci è giunta una copia medievale, la **Tabula Peutingeriana**, conservata a Vienna. È una striscia di pergamena lunga quasi sette metri e alta poco più di trenta centimetri, che deforma volutamente le terre e i mari per mostrare in fila strade, città e stazioni di sosta dell'impero: un po' come le mappe delle linee della metropolitana, che non rispettano le distanze ma i collegamenti. Nel Medioevo le *mappae mundi* rappresentavano il mondo in forma simbolica, spesso con Gerusalemme al centro, mentre i marinai usavano i **portolani**, carte nautiche con le coste disegnate in modo molto preciso grazie alla bussola.

All'inizio del Quattrocento la *Geografia* di Tolomeo fu tradotta in latino a Firenze e tornò a ispirare i cartografi europei, proprio mentre le esplorazioni oceaniche allargavano il mondo conosciuto. Seguirono la carta di Mercatore (1569), le grandi carte nazionali costruite nel Settecento con le misure sul terreno, come quella della Francia realizzata dalla famiglia Cassini, le fotografie aeree del Novecento e infine i satelliti e i GIS, nati negli anni Sessanta del Novecento, che studierai nel prossimo paragrafo. Anche le carte antiche, come tutte le fonti (vedi Capitolo 1), rispecchiano le conoscenze e il punto di vista di chi le disegnava, e vanno lette in modo critico.

2.5 Gli strumenti moderni: satelliti, GPS e GIS

2.5.1 Vedere dall'alto: foto aeree e telerilevamento

Per secoli le carte furono disegnate a partire da misure fatte sul terreno, con strumenti ottici e lunghi calcoli. Nel Novecento la cartografia fu rivoluzionata dalle fotografie aeree, scattate da aerei che sorvolano il territorio seguendo strisce parallele: sovrapponendo foto vicine si può ricostruire il rilievo in tre dimensioni. Dal 1972, con il lancio del primo satellite statunitense del programma Landsat, si sono aggiunte le immagini satellitari, che riprendono continuamente l'intera superficie terrestre.

Il **telerilevamento** è l'insieme delle tecniche che raccolgono informazioni su un territorio a distanza, senza entrarvi in contatto, misurando la radiazione che la superficie riflette o emette. I sensori dei satelliti non «vedono» solo i colori visibili all'occhio umano, ma anche l'infrarosso e altre lunghezze d'onda: così si può distinguere la vegetazione sana da quella sofferente, misurare l'estensione delle foreste e dei ghiacciai, seguire un incendio o un'alluvione quasi in tempo reale, controllare la crescita delle città. L'Unione europea gestisce a questo scopo il programma Copernicus, i cui satelliti Sentinel forniscono dati gratuiti usati anche dalla Protezione civile.

2.5.2 Il GPS e la trilaterazione

Il **GPS** (dall'inglese *Global Positioning System*, sistema di posizionamento globale) è un sistema di satelliti, realizzato dagli Stati Uniti, che permette a un ricevitore di calcolare la propria posizione in qualunque punto della Terra. Una trentina di satelliti orbitano a circa 20 000 km di quota e trasmettono di continuo segnali che contengono l'ora esatta, misurata da orologi atomici, e la posizione del satellite. Il ricevitore misura quanto tempo impiega il segnale ad arrivare e, poiché il segnale viaggia alla velocità della luce, calcola la propria distanza dal satellite.

Conoscere la distanza da un solo satellite non basta: il ricevitore potrebbe trovarsi in qualunque punto di una sfera con quel raggio. Con due satelliti le possibilità si riducono, con tre si arriva a individuare il punto. Questo metodo, che determina una posizione a partire dalle distanze da punti noti, si chiama trilaterazione (Figura 2.6A). In pratica servono almeno quattro satelliti, perché il quarto permette di correggere l'errore dell'orologio del ricevitore, molto meno preciso di quelli atomici. Oltre al GPS esistono altri sistemi analoghi: l'europeo Galileo, il russo GLONASS, il cinese BeiDou. Gli smartphone di solito li usano insieme e raggiungono una precisione di pochi metri.

2.5.3 I GIS: carte a strati

Un **GIS** (*Geographic Information System*, sistema informativo geografico) è un programma che archivia, analizza e rappresenta dati riferiti a posizioni sulla Terra. L'idea di fondo è quella degli strati (Figura 2.6B): il rilievo, i corsi d'acqua, le strade, gli edifici, il numero di abitanti per isolato sono archiviati in strati separati, tutti georeferenziati, cioè collegati alle stesse coordinate. L'utente può sovrapporli, nasconderli, combinarli e porre domande che una carta di carta non permette: quali case si trovano a meno di 200 m da un torrente che può esondare? Quante scuole si raggiungono a piedi in dieci minuti da una certa fermata dell'autobus? Comuni, Regioni, Protezione civile e aziende usano i GIS per pianificare il territorio, gestire le emergenze, scegliere dove costruire un ospedale.

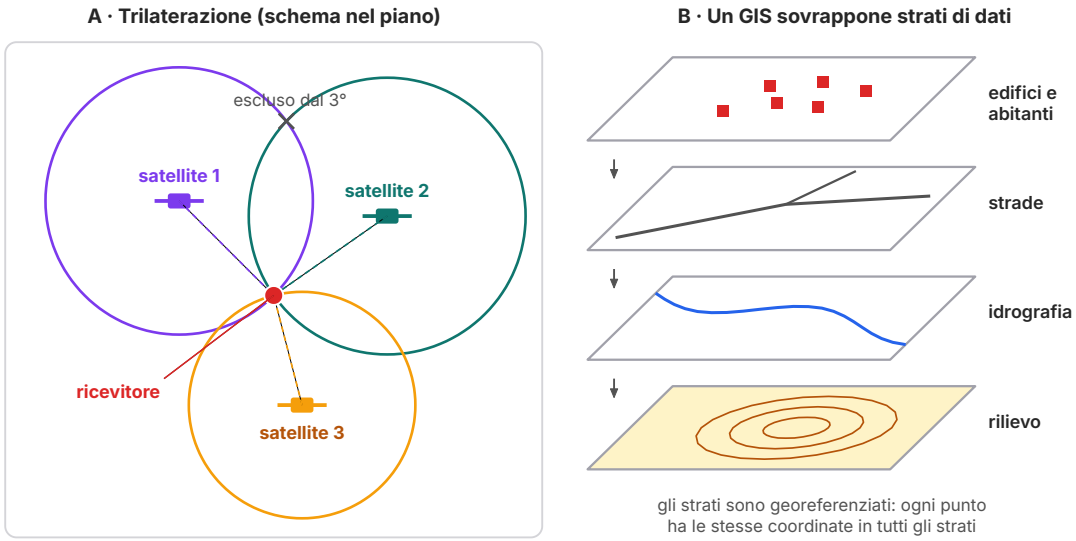


Figura 2.6 A: schema della trilaterazione nel piano. Ogni cerchio è formato dai punti che si trovano alla distanza misurata da un satellite; due cerchi si incontrano in due punti, il terzo indica quale è quello giusto. Nella realtà le superfici sono sfere e serve un quarto satellite per correggere l'orologio del ricevitore. B: in un GIS ogni tipo di dato occupa uno strato; gli strati, georeferenziati, si possono sovrapporre e combinare.

La cartografia digitale ha reso le carte più aggiornate, interattive e accessibili, ma ha anche dei limiti che conviene conoscere. Una carta digitale è precisa quanto i dati con cui è costruita: una strada appena chiusa, un'immagine satellitare vecchia di qualche anno o un indirizzo inserito male possono portarci fuori strada. I navigatori, inoltre, scelgono il percorso secondo criteri decisi da chi ha scritto il programma (il più breve? il più veloce? quello senza pedaggi?), e la facilità d'uso rischia di farci perdere la capacità di orientarci da soli. Infine, lo stesso sistema che ci dice dove siamo può dirlo anche ad altri.

EDUCAZIONE CIVICA

Cittadinanza digitale: i dati di posizione sono dati personali. Molte app chiedono il permesso di accedere alla posizione del telefono. Raccolti per settimane, quei dati rivelano dove abitiamo, chi frequentiamo, quali luoghi visitiamo. Nell'Unione europea il Regolamento generale sulla protezione dei dati (Regolamento UE 2016/679, applicato dal 2018) considera i dati di localizzazione dati personali: chi li raccoglie deve dichiararne lo scopo e avere una base giuridica, per esempio il consenso dell'interessato, che si può revocare. In Italia vigila su questi diritti il Garante per la protezione dei dati personali. Il principio ha radici nella Costituzione, che all'articolo 15 afferma: «La libertà e la segretezza della corrispondenza e di ogni altra forma di comunicazione sono inviolabili». Buone abitudini: concedere la posizione solo alle app che ne hanno bisogno e solo durante l'uso; non pubblicare in tempo reale dove ci troviamo.

2.6 Dati, tabelle e grafici

2.6.1 Da dove vengono i dati

Quante persone vivono in Italia? Quanti bambini nascono ogni anno in Africa? Quale percentuale di energia viene da fonti rinnovabili? Per rispondere il geografo usa dati raccolti da enti specializzati, detti fonti statistiche. In Italia la fonte ufficiale è l'**Istat** (Istituto nazionale di statistica), che fra l'altro organizza il censimento, la rilevazione della popolazione e delle sue caratteristiche. Il primo censimento dell'Italia unita risale al 1861; per un secolo e mezzo si è svolto, salvo poche eccezioni, ogni dieci anni, e l'ultimo di questo tipo è stato quello del 2011. Dal 2018 l'Istat realizza un *censimento permanente*, con rilevazioni annuali su campioni di famiglie integrate dai dati degli archivi pubblici. In Europa i dati dei diversi Paesi sono raccolti e resi confrontabili da **Eurostat**, l'ufficio statistico dell'Unione europea; a livello mondiale sono fonti fondamentali l'**ONU**, che pubblica fra l'altro le stime e le proiezioni della popolazione mondiale (*World Population Prospects*), e la **Banca Mondiale**.

Una regola vale sempre: un dato senza fonte e senza anno non serve a nulla. La popolazione di un Paese cambia di anno in anno, e fonti diverse possono usare definizioni diverse (per esempio, chi conta come «residente»). Per questo, quando si confrontano dati, bisogna usare la stessa fonte e lo stesso anno.

2.6.2 Valori assoluti e valori relativi

Un valore assoluto è un dato espresso nella sua unità di misura: secondo l'Istat, all'inizio del 2024 la Lombardia aveva circa 10 milioni di abitanti, la Valle d'Aosta circa 120 000. Da solo, però, un valore assoluto dice poco: la Lombardia è anche molto più estesa. Per confrontare realtà di dimensioni diverse si usano i valori relativi, ottenuti mettendo in rapporto due grandezze.

- La **percentuale** esprime una parte rispetto al tutto, posto uguale a 100: se in una classe di 25 studenti 10 vanno a scuola in bicicletta, la percentuale è $10 : 25 \times 100 = 40\ \%$.
- La **densità di popolazione** è il numero medio di abitanti per km^2: si calcola dividendo la popolazione per la superficie. È una media: in una regione con densità 200 ab/km^2 ci possono essere città molto affollate e montagne quasi vuote.
- Un tasso mette in rapporto un fenomeno con la popolazione in cui avviene, di solito per 1 000 abitanti e in un anno: per esempio il tasso di natalità è il numero di nati ogni 1 000 abitanti. Ne parleremo nel Capitolo 7.
- La **variazione percentuale** misura di quanto è cresciuta o diminuita una grandezza rispetto al valore di partenza.

2.6.3 I grafici

Tabelle e numeri si capiscono meglio se trasformati in immagini. Ogni tipo di grafico, però, è adatto a un tipo di dato (Tabella 2.3). L'istogramma, o grafico a barre, rappresenta ogni valore con una barra di altezza proporzionale: è ideale per confrontare quantità, per esempio la popolazione italiana a diversi censimenti (Figura 2.7A). L'aerogramma, o grafico a torta, divide un cerchio in spicchi proporzionali alle parti di un tutto: si usa per le percentuali che sommano a 100, come la distribuzione della popolazione mondiale fra i continenti (Figura 2.7B). Il **diagramma cartesiano** (o grafico a linee) unisce con una linea punti disposti su due assi, quasi sempre con il tempo sull'asse orizzontale: mostra bene l'andamento di un fenomeno, come la crescita della popolazione mondiale negli ultimi secoli.

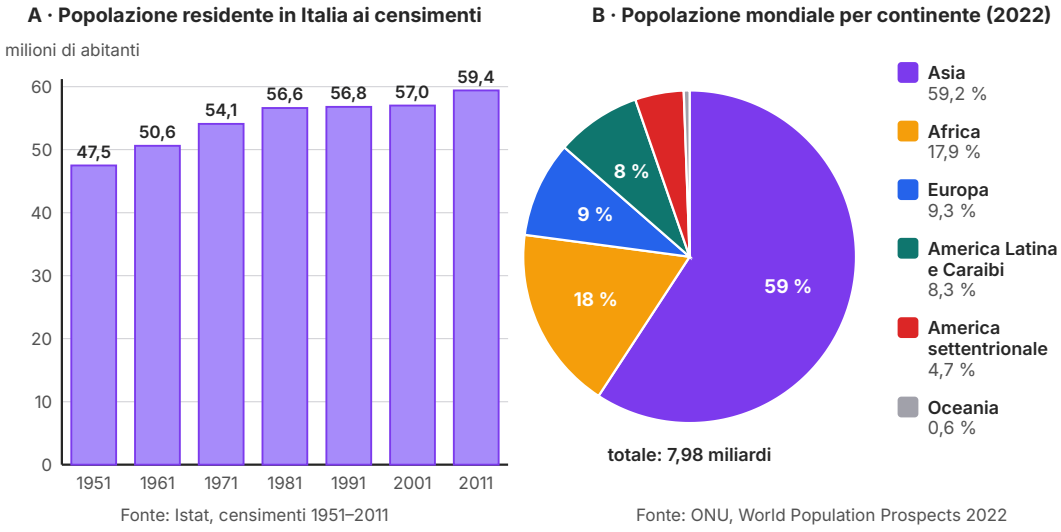


Figura 2.7 Due grafici costruiti da dati reali. A: istogramma della popolazione residente in Italia ai censimenti dal 1951 al 2011, in milioni (fonte: Istat). B: aerogramma della popolazione mondiale per continente nel 2022 (fonte: ONU, *World Population Prospects 2022*); l'America settentrionale comprende Stati Uniti, Canada e alcune isole, mentre Messico e America centrale fanno parte dell'America Latina.

Tabella 2.3 Quale grafico per quali dati.

Grafico	Adatto a	Esempio
Istogramma (a barre)	confrontare quantità fra categorie o date	abitanti delle regioni italiane
Aerogramma (a torta)	mostrare le parti di un tutto (somma 100 %)	popolazione per continente
Diagramma cartesiano (a linee)	seguire l'andamento nel tempo	popolazione mondiale dal 1800 a oggi
Carta coropletica	confrontare un valore relativo fra aree	densità di popolazione per provincia
Carta a simboli proporzionali	mostrare valori assoluti localizzati	abitanti delle maggiori città

Quando i dati riguardano luoghi, il grafico diventa una carta. Il cartogramma è una carta tematica che rappresenta dati statistici sul territorio. La forma più comune è la **carta coropletica**, in cui ogni area (Stato, regione, provincia) è colorata con una tonalità tanto più intensa quanto più alto è il valore: densità di popolazione, reddito medio, percentuale di giovani. Le carte coropletiche vanno costruite con valori relativi: colorare le regioni in base al numero assoluto di abitanti farebbe sembrare «piene» le regioni più estese, anche se poco abitate. Per i valori assoluti si preferiscono i simboli proporzionali, per esempio cerchi di area proporzionale al numero di abitanti delle città. Esistono anche cartogrammi detti anamorfici, in cui ogni Stato è disegnato con un'area proporzionale non alla sua superficie ma al dato rappresentato: in un planisfero anamorfico della popolazione l'India e la Cina diventano enormi e il Canada si restringe.

ESEMPIO SVOLTO

Densità e variazioni. Al censimento del 2011 l'Italia aveva circa 59,4 milioni di abitanti su una superficie di circa 302 000 km². a) Qual era la densità di popolazione? b) Nel 1951 gli abitanti erano 47,5 milioni e nel 1971 54,1 milioni. Di quanto è cresciuta in percentuale la popolazione in quei vent'anni?

Soluzione. a) 59 400 000 : 302 000 ≈ 196,7, cioè circa **197 ab/km²**.
b) Aumento assoluto: 54,1 − 47,5 = 6,6 milioni. Variazione percentuale: 6,6 : 47,5 × 100 ≈ **13,9 %**.
Attenzione: la percentuale si calcola sempre rispetto al valore *iniziale*. Se avessimo diviso per 54,1 avremmo ottenuto c. 12,2 %, un risultato sbagliato.

IN SINTESI

Le formule del capitolo

$$\text{distanza reale} = \text{distanza sulla carta} \times \text{denominatore della scala}$$

$$\text{percentuale} = \frac{\text{parte}}{\text{totale}} \times 100$$

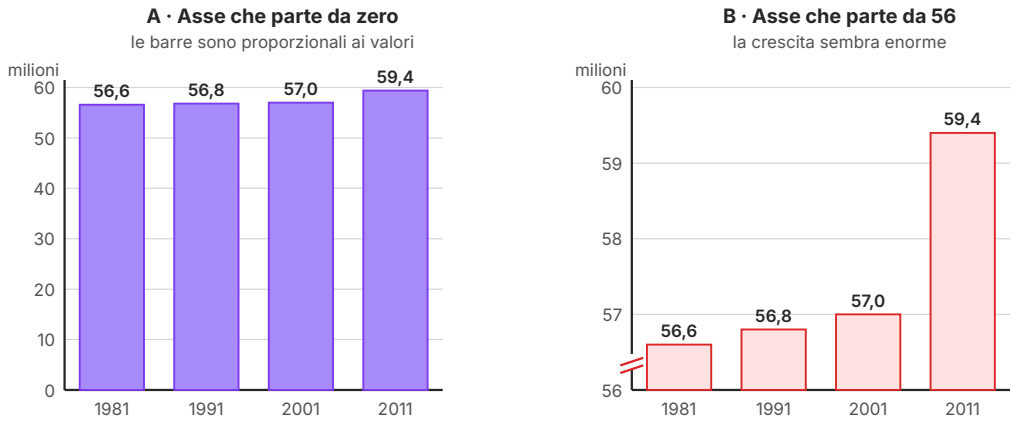
$$\text{densità (ab/km}^2\text{)} = \frac{\text{abitanti}}{\text{superficie in km}^2}$$

$$\text{variazione \%} = \frac{\text{valore finale} - \text{valore iniziale}}{\text{valore iniziale}} \times 100$$

$$\text{differenza di ora solare: } 15° \text{ di longitudine} = 1 \text{ ora; } 1° = 4 \text{ minuti}$$

2.6.4 Smascherare un grafico ingannevole

Un grafico può essere costruito con dati corretti e, allo stesso tempo, dare un'impressione sbagliata. L'inganno più diffuso è l'**asse verticale che non parte da zero**. Nella Figura 2.8 gli stessi quattro dati sono rappresentati due volte. Nel grafico A l'asse parte da 0 e si vede ciò che è vero: fra il 1981 e il 2011 la popolazione italiana è cresciuta di poco, circa il 5 %. Nel grafico B l'asse parte da 56 milioni: la barra del 2011 appare circa sei volte più alta di quella del 1981 e la crescita sembra un'esplosione. Tagliare l'asse non è sempre scorretto (a volte serve per vedere piccole variazioni), ma deve essere dichiarato con chiarezza, per esempio con un segno di interruzione.



Stessi dati in entrambi i grafici. Fonte: Istat, censimenti 1981–2011

Figura 2.8 Gli stessi dati (popolazione residente in Italia ai censimenti 1981–2011, fonte Istat) in due istogrammi. In B l'asse verticale parte da 56 milioni (il segno rosso indica l'interruzione): le differenze fra le barre sono esagerate, anche se ogni numero è corretto.

Prima di fidarti di un grafico, dunque, fatti alcune domande. Da dove vengono i dati, e di quale anno sono? L'asse verticale parte da zero? Le unità di misura sono indicate? Si confrontano valori assoluti o relativi, e il confronto ha senso? L'intervallo di tempo mostrato è stato scelto per far apparire un fenomeno più grande o più piccolo di quello che è? Sono le stesse domande critiche che lo storico pone alle sue fonti: anche un grafico ha un autore, uno scopo e un punto di vista.

EDUCAZIONE CIVICA

La carta non è neutrale: i confini contesi. Una carta politica sembra un documento oggettivo, ma tracciare un confine significa prendere posizione. In diverse parti del mondo i confini sono contesi, e ogni Stato pubblica carte che li mostrano a modo suo. Il Kashmir, regione himalayana rivendicata in tutto o in parte da India, Pakistan e Cina, appare in modo diverso sulle carte ufficiali dei tre Paesi; lo stesso accade per altri territori oggetto di controversie internazionali. Anche i servizi di mappe online possono mostrare confini diversi a seconda del Paese da cui ci si collega. Per un cittadino consapevole questo significa tre cose: chiedersi sempre chi ha prodotto una carta e con quale scopo; sapere che le dispute territoriali, secondo il diritto internazionale e secondo l'articolo 11 della nostra Costituzione, che ripudia la guerra come mezzo di risoluzione delle controversie internazionali, vanno risolte con strumenti pacifici; confrontare fonti diverse prima di farsi un'opinione.

SINTESI

- La geografia studia la distribuzione dei fenomeni naturali e umani sulla Terra e le loro relazioni; si divide in fisica e umana, ma il suo centro è il rapporto uomo-ambiente.
- Spazio, territorio, paesaggio e regione hanno in geografia significati distinti: il territorio è spazio organizzato da una comunità, il paesaggio ne è l'aspetto visibile e percepito.
- Ci si orienta con i punti cardinali, la rosa dei venti e la bussola, che indica il nord magnetico, diverso dal nord geografico.
- Il reticolato geografico è formato da paralleli e meridiani; latitudine (0°–90° N/S) e longitudine (0°–180° E/O) individuano ogni punto. Roma è a c. 41°54′ N, 12°30′ E.
- Tropici (c. 23°26′) e circoli polari (c. 66°34′) dipendono dall'inclinazione dell'asse terrestre, che varia lentamente.
- In un'ora la Terra ruota di 15°: da qui i 24 fusi orari, i cui limiti seguono spesso i confini politici; l'Italia è a UTC+1 (UTC+2 con l'ora legale).
- La scala collega distanze sulla carta e distanze reali; la scala grafica resta valida se la carta viene ingrandita o ridotta. Grande scala = area piccola e molti dettagli.
- Le curve di livello uniscono punti di uguale quota: fitte indicano un pendio ripido, rade un pendio dolce.
- Nessuna carta piana conserva insieme forme e aree: Mercatore è conforme e ingrandisce le alte latitudini; Gall-Peters e Mollweide sono equivalenti.
- Telerilevamento, GPS (trilaterazione con almeno quattro satelliti) e GIS (dati georeferenziati a strati) sono gli strumenti della geografia di oggi; i dati di posizione sono dati personali.
- I dati vanno sempre accompagnati da fonte e anno; per confrontare si usano valori relativi (percentuali, densità, tassi, variazioni).
- Ogni grafico ha il suo uso; un asse che non parte da zero può ingannare. Anche carte e grafici vanno letti in modo critico.

ESERCIZI

Comprendere e ricordare

1. ● La latitudine di un punto è:
   - **A.** la sua distanza angolare dal meridiano di Greenwich
   - **B.** la sua distanza angolare dall'Equatore, misurata lungo il meridiano
   - **C.** la sua distanza in chilometri dal Polo Nord
   - **D.** la sua altitudine sul livello del mare

2. ● Il vento che soffia da sud-est si chiama:
   - **A.** Libeccio
   - **B.** Maestrale
   - **C.** Scirocco
   - **D.** Grecale

3. ● Rispetto a una carta in scala 1:1 000 000, una carta in scala 1:25 000 è:
   - **A.** a scala più grande e più ricca di dettagli
   - **B.** a scala più piccola e meno dettagliata
   - **C.** a scala più grande, ma rappresenta un'area più vasta
   - **D.** uguale, perché la scala non dipende dal denominatore

4. ● Quale affermazione sulla proiezione di Mercatore è corretta?
   - **A.** Conserva i rapporti fra le aree
   - **B.** Ingrandisce soltanto le terre dell'emisfero settentrionale
   - **C.** È una proiezione azimutale centrata sul Polo Nord
   - **D.** Conserva gli angoli e ingrandisce le alte latitudini di entrambi gli emisferi

5. ● A quanti gradi di longitudine corrisponde una differenza di un'ora solare?
   - **A.** 1°
   - **B.** 15°
   - **C.** 24°
   - **D.** 60°

6. ● Su una carta topografica, curve di livello molto ravvicinate indicano:
   - **A.** un pendio ripido
   - **B.** una pianura
   - **C.** un pendio dolce
   - **D.** un lago

7. ●● Per calcolare la propria posizione con il GPS un ricevitore ha bisogno, in pratica, dei segnali di almeno:
   - **A.** un satellite
   - **B.** due satelliti
   - **C.** tre satelliti
   - **D.** quattro satelliti

8. ●● Una carta coropletica:
   - **A.** rappresenta il rilievo con le curve di livello
   - **B.** disegna ogni Stato con un'area proporzionale alla sua popolazione
   - **C.** colora ogni area con una tonalità più o meno intensa in base al valore di un dato
   - **D.** è una carta stradale a grande scala

9. ●● Quale dei seguenti è un valore relativo?
   A. La densità di popolazione di una provincia
   B. Il numero di abitanti di un comune
   C. La superficie di una regione in km²
   D. Il numero di nati in Italia in un anno

Collocare nel tempo e nello spazio

10. ● Osserva la Figura 2.3 e indica se le affermazioni sono vere o false. a) Bari si trova a est di Napoli. b) Palermo si trova più a nord di Cagliari. c) Torino si trova a ovest di Milano. d) Il Tevere sfocia nel Mar Adriatico.

11. ●● Con una striscia di carta e la scala grafica della Figura 2.3, misura la distanza in linea d'aria fra Roma e Milano e fra Roma e Palermo. Arrotonda alle decine di chilometri.

12. ● Per ciascuna città indica in quale emisfero si trova (nord o sud; est o ovest): Sydney (33°52′ S, 151°13′ E); New York (40°43′ N, 74°00′ O); Quito (0°13′ S, 78°31′ O); Città del Capo (33°55′ S, 18°25′ E). Quale delle quattro è più vicina all'Equatore?

13. ●● Un giorno di gennaio a Roma (UTC+1) sono le 10:00. Che ore sono a Londra (UTC+0), Mosca (UTC+3), New York (UTC−5) e Tokyo (UTC+9)?

14. ●● Roma si trova a 12°30′ E, Pechino a 116°24′ E. a) Qual è la differenza di longitudine? b) A quale differenza di ora solare corrisponde (in ore e minuti)? c) La Cina usa l'ora UTC+8: qual è la differenza di ora ufficiale fra Roma e Pechino in inverno?

15. ●●● Un aereo parte da Roma alle 11:00 ora italiana (UTC+1, in inverno) e atterra a New York (UTC−5) dopo 9 ore e 30 minuti di volo. Che ora segnano gli orologi di New York all'arrivo?

16. ●● Metti in ordine cronologico, dal più antico al più recente: carta della Francia dei Cassini; *Geografia* di Tolomeo; primi GIS; carta di Mercatore; misura della circonferenza terrestre di Eratostene; copia medievale della *Tabula Peutingeriana*.

Lessico e concetti

17. ● Definisci con parole tue: a) territorio; b) paesaggio; c) regione naturale e regione amministrativa.

18. ● Completa. Le circonferenze che uniscono i punti di uguale latitudine si chiamano _____; le semicirconferenze che vanno da un polo all'altro si chiamano _____; le linee che uniscono i punti di uguale altitudine si chiamano _____; una carta che conserva gli angoli si dice _____; una carta che conserva i rapporti fra le aree si dice _____.

19. ●● Abbina ogni termine alla definizione. Termini: 1. telerilevamento; 2. GIS; 3. trilaterazione; 4. cartogramma. Definizioni: A. carta tematica che rappresenta dati statistici sul territorio; B. raccolta di informazioni su un territorio a distanza, misurando la radiazione riflessa o emessa; C. metodo che individua una posizione a partire dalle distanze da punti noti; D. programma che archivia e analizza dati georeferenziati organizzati in strati.

20. ●● Spiega con parole tue la differenza fra scala numerica e scala grafica, e perché solo la scala grafica resta corretta se una carta viene fotocopiata ingrandita.

21. ●● Spiega perché una carta in scala 1:10 000 si dice «a grande scala» anche se rappresenta un'area piccola.

22. ●● Abbina ogni località al gruppo climatico di Köppen (Tabella 2.1) e motiva la scelta: Manaus, in Amazzonia; Il Cairo; Roma; Mosca; Nuuk, in Groenlandia. Perché Roma e Mosca hanno climi diversi pur trovandosi entrambe nella fascia temperata?

Leggere carte, dati e grafici

23. ● Su una carta in scala 1:50 000 due paesi distano 7,4 cm. Qual è la distanza reale in chilometri?

24. ●● Una distanza reale di 18 km misura 3,6 cm su una carta. Qual è la scala della carta? Che tipo di carta è secondo la Tabella 2.2?

25. ●● Osserva la Figura 2.7A. a) Di quanti milioni di abitanti è cresciuta la popolazione italiana fra il 1951 e il 2011? b) Qual è la variazione percentuale? c) In quale decennio l'aumento è stato più forte, e in quali due decenni è stato più debole? d) Con una superficie di circa 302 000 km², qual era la densità nel 1951?

26. ●● Osserva la Figura 2.7B. a) Quanti abitanti contava, circa, l'Africa nel 2022? b) Sapendo che l'Asia aveva c. 4 723 milioni di abitanti e l'Europa c. 744 milioni, quante volte la popolazione asiatica superava quella europea? c) Perché per questi dati è adatto un aerogramma?

27. ●● Osserva la Figura 2.8. a) Calcola la variazione percentuale della popolazione italiana fra il 1981 e il 2011. b) Nel grafico B, quante volte la barra del 2011 è più alta di quella del 1981? c) Spiega perché il grafico B dà un'impressione sbagliata.

28. ●●● Osserva la Figura 2.4. a) Qual è la quota della cima? b) Quale versante è più ripido? Da che cosa lo capisci nella pianta? c) Sul profilo, la curva dei 200 m si trova a c. 75 m da A′ sul versante ovest e a c. 1 280 m da A′ sul versante est; la cima è a 900 m da A′. Calcola la pendenza media (dislivello : distanza orizzontale × 100) dei due versanti fra la curva dei 200 m e la cima.

Argomentare e collegare

29. ●● Spiega perché si dice che «la carta non è neutrale», con almeno due esempi tratti dal capitolo (proiezioni, confini contesi, scelta di che cosa rappresentare).

30. ●● Confronta la proiezione di Mercatore e quella di Gall-Peters: che cosa conserva e che cosa deforma ciascuna? Quale useresti per tracciare una rotta navale e quale per confrontare la superficie del Brasile con quella dell'Europa? Motiva.

31. ●● Elenca vantaggi e rischi della geolocalizzazione degli smartphone. Quali regole di comportamento proporresti a un compagno più giovane? Collega la risposta ai diritti di cui parla il riquadro di Educazione civica.

32. ●●● In questo libro troverai molte carte storiche disegnate su coste e fiumi attuali. Perché bisogna leggerle con cautela? In che senso una carta storica è, come le fonti studiate nel Capitolo 1, il risultato di un lavoro critico e non una semplice fotografia del passato?

Verso la verifica

33. ● Su una carta 1:200 000 due città distano 12,5 cm. a) Qual è la distanza reale? b) Quanti centimetri le separerebbero su una carta 1:1 000 000?

34. ●● Completa. Roma ha latitudine c. _____ e longitudine c. _____ ; il meridiano fondamentale passa per _____ ; d'inverno l'Italia usa l'ora UTC _____ ; il Tropico del Cancro si trova a c. _____ di latitudine nord.

35. ●●● *Trattazione sintetica* (10–15 righe). Quali strumenti usa oggi il geografo per descrivere e studiare un territorio? Illustra almeno quattro strumenti fra quelli studiati (coordinate, carte e scale, curve di livello, telerilevamento, GPS, GIS, dati statistici e grafici), spiegando a che cosa serve ciascuno e quali sono i suoi limiti.

PER APPROFONDIRE

- [DIA] Jared Diamond, *Armi, acciaio e malattie*: perché la geografia (l'orientamento dei continenti, le piante e gli animali disponibili) ha pesato sul destino delle società umane.
- [LBA] Massimo Livi Bacci, *Storia minima della popolazione del mondo*: come si leggono e si interpretano i dati sulla popolazione; utile anche per il Capitolo 7.
- [ONU] Nazioni Unite, *Agenda 2030*: gli obiettivi di sviluppo sostenibile e gli indicatori statistici con cui si misurano i progressi.

Glossario del capitolo

Carta conforme
Carta che conserva gli angoli e quindi la forma delle piccole aree, come la carta di Mercatore, ma deforma le superfici.

Carta coropletica
Carta tematica in cui ogni area è colorata con una tonalità più o meno intensa in base al valore di un dato relativo, come la densità.

Carta equivalente
Carta che conserva i rapporti fra le aree delle regioni rappresentate, come le proiezioni di Gall-Peters e di Mollweide, ma deforma le forme.

Circoli polari
Paralleli a circa 66°34′ di latitudine, oltre i quali c'è almeno un giorno all'anno in cui il Sole non tramonta e uno in cui non sorge.

Curve di livello
Linee (isoipse) che uniscono i punti della superficie terrestre che si trovano alla stessa altitudine; se sono fitte indicano un pendio ripido.

Densità di popolazione
Numero medio di abitanti per km^2, ottenuto dividendo la popolazione di un'area per la sua superficie.

Fuso orario
Spicchio della superficie terrestre, largo in teoria 15° di longitudine, in cui vale la stessa ora ufficiale; i suoi limiti seguono spesso i confini politici.

GIS
Sistema informativo geografico: programma che archivia, analizza e rappresenta dati georeferenziati organizzati in strati sovrapponibili.

GPS
Sistema di posizionamento globale basato su satelliti: il ricevitore calcola la propria posizione per trilaterazione dalle distanze da almeno quattro satelliti.

Latitudine
Distanza angolare di un punto dall'Equatore, misurata lungo il meridiano; va da 0° a 90° Nord o Sud.

Linea del cambiamento di data
Linea che segue all'incirca il meridiano 180°: attraversandola verso ovest si aggiunge un giorno al calendario, verso est lo si toglie.

Longitudine
Distanza angolare di un punto dal meridiano di Greenwich, misurata lungo il parallelo; va da 0° a 180° Est o Ovest.

Paesaggio
Aspetto visibile di un territorio, così come è percepito da chi lo abita o lo osserva: insieme di elementi naturali e umani che porta i segni della sua storia.

Proiezione cartografica
Procedimento matematico che fa corrispondere a ogni punto del globo un punto del piano; ogni proiezione introduce qualche deformazione.

Reticolato geografico
Rete di linee immaginarie (paralleli e meridiani) tracciate sul globo come sistema di riferimento per localizzare i punti della Terra.

Scala
Rapporto fra una distanza misurata sulla carta e la corrispondente distanza reale; può essere numerica (es. 1:100 000) o grafica.

Scala grafica
Segmento graduato disegnato sulla carta su cui si leggono direttamente le distanze reali; resta valido se la carta viene ingrandita o ridotta.

Telerilevamento
Insieme delle tecniche che raccolgono informazioni su un territorio a distanza, da aerei o satelliti, misurando la radiazione riflessa o emessa dalla superficie.

Territorio
Porzione dello spazio geografico organizzata, trasformata e controllata da una comunità umana, delimitata da confini e governata da leggi.

Tropici
Paralleli a circa 23°26′ di latitudine (del Cancro a nord, del Capricorno a sud): i più lontani dall'Equatore in cui il Sole può trovarsi allo zenit a mezzogiorno.

Soluzioni

1. B. La latitudine è la distanza angolare dall'Equatore, misurata lungo il meridiano del punto.

2. C. Lo Scirocco soffia da sud-est.

3. A. 1/25 000 è maggiore di 1/1 000 000: la carta è a scala più grande, rappresenta un'area più piccola con più dettagli.

4. D. Mercatore è conforme e dilata le alte latitudini di entrambi gli emisferi.

5. B. 360° : 24 h = 15° per ora.

6. A. Curve fitte = forte dislivello in poco spazio orizzontale = pendio ripido.

7. D. Tre distanze individuano la posizione; il quarto satellite serve a correggere l'orologio del ricevitore.

8. C. La B descrive invece un cartogramma anamorfico.

9. A. La densità è un rapporto (abitanti/km²); le altre sono valori assoluti.

10. a) Vero (Bari c. 16°52′ E, Napoli c. 14°16′ E). b) Falso: Palermo (c. 38°07′ N) è più a sud di Cagliari (c. 39°13′ N). c) Vero. d) Falso: il Tevere sfocia nel Mar Tirreno.

11. Roma–Milano: circa 480 km; Roma–Palermo: circa 430 km (si accettano misure entro ±20 km; le distanze reali in linea d'aria sono c. 477 km e c. 427 km). Procedimento: si riporta su una striscia di carta il segmento fra le due città e lo si confronta con la scala grafica, riportandolo più volte se supera i 300 km della barra.

12. Sydney: emisfero sud ed est. New York: nord e ovest. Quito: sud e ovest. Città del Capo: sud ed est. La più vicina all'Equatore è Quito (latitudine 0°13′ S).

13. Londra: 10 − 1 = 9:00. Mosca: 10 + 2 = 12:00. New York: 10 − 6 = 4:00. Tokyo: 10 + 8 = 18:00.

14. a) 116°24′ − 12°30′ = 103°54′ (= 103,9°). b) 103,9 × 4 min = 415,6 min ≈ 6 h 56 min di ora solare. c) Pechino UTC+8, Roma UTC+1: 7 ore di differenza (a Pechino è 7 ore più tardi).

15. All'arrivo a Roma sarebbero le 11:00 + 9 h 30 min = 20:30. New York è 6 ore indietro (UTC−5 rispetto a UTC+1): 20:30 − 6 h = **14:30** dello stesso giorno.

16. Eratostene (III secolo a.C.) → *Geografia* di Tolomeo (II secolo d.C.) → copia della *Tabula Peutingeriana* (Medioevo) → carta di Mercatore (1569) → carta dei Cassini (XVIII secolo) → primi GIS (anni Sessanta del Novecento).

17. *Traccia.* a) Territorio: porzione di spazio organizzata, trasformata e controllata da una comunità (confini, strade, leggi). b) Paesaggio: aspetto visibile e percepito di un territorio, fatto di elementi naturali e umani, che porta i segni della storia. c) Regione naturale: area omogenea per caratteri fisici (es. pianura Padana); regione amministrativa: area delimitata da confini stabiliti dalla legge (es. Lombardia); spesso non coincidono.

18. paralleli; meridiani; curve di livello (isoipse); conforme; equivalente.

19. 1-B; 2-D; 3-C; 4-A.

20. *Traccia.* La scala numerica è una frazione (es. 1:100 000) che indica di quante volte la realtà è stata ridotta; la scala grafica è un segmento graduato su cui si leggono le distanze reali. Se la carta viene ingrandita, anche la barra si ingrandisce nella stessa proporzione e continua a corrispondere agli stessi km; la frazione stampata invece resta uguale ma non è più vera (una carta 1:100 000 ingrandita al 200 % diventa 1:50 000).

21. *Traccia.* La scala è una frazione: 1/10 000 è un numero grande rispetto, per esempio, a 1/1 000 000. «Grande scala» si riferisce al rapporto (riduzione modesta, oggetti disegnati grandi e dettagliati), non all'area rappresentata, che anzi è piccola.

22. Manaus: A (tropicale umido, caldo e piovoso tutto l'anno); Il Cairo: B (arido, quasi senza pioggia); Roma: C (temperato, di tipo mediterraneo); Mosca: D (inverni molto freddi, estati calde); Nuuk: E (polare, estate fresca sotto i 10 °C). Roma e Mosca sono a latitudini diverse (c. 42° e c. 56° N), ma soprattutto Roma è vicina al mare, che mitiga gli inverni, mentre Mosca si trova nell'interno del continente, dove le differenze tra estate e inverno sono molto forti.

23. 7,4 cm × 50 000 = 370 000 cm = **3,7 km**.

24. 18 km = 1 800 000 cm; 1 800 000 : 3,6 = 500 000. Scala **1:500 000**; secondo la Tabella 2.1 è una carta corografica. Verifica: 3,6 × 500 000 = 1 800 000 cm = 18 km.

25. a) 59,4 − 47,5 = 11,9 milioni. b) 11,9 : 47,5 × 100 ≈ 25,1 %. c) Aumenti per decennio: 3,1; 3,5; 2,5; 0,2; 0,2; 2,4 milioni: il più forte nel 1961–1971 (+3,5), i più deboli nel 1981–1991 e nel 1991–2001 (+0,2 ciascuno). d) 47 500 000 : 302 000 ≈ 157 ab/km².

26. a) 17,9 % di c. 7,98 miliardi ≈ 1,43 miliardi (il dato ONU è c. 1 427 milioni). b) 4 723 : 744 ≈ 6,3: la popolazione asiatica era circa 6,3 volte quella europea. c) Perché i dati sono parti di un tutto (la popolazione mondiale) e le percentuali sommano a 100.

27. a) (59,4 − 56,6) : 56,6 × 100 ≈ 4,9 %, cioè circa il 5 % (con i dati non arrotondati dell'Istat, 56,56 e 59,43 milioni, si ottiene c. 5,1 %). b) Nel grafico B le barre misurano 59,4 − 56 = 3,4 e 56,6 − 56 = 0,6 unità: 3,4 : 0,6 ≈ 5,7, cioè circa 6 volte. c) Poiché l'asse parte da 56 e non da 0, le altezze delle barre non sono proporzionali ai valori: una crescita di circa il 5 % appare come un aumento di quasi sei volte.

28. a) 600 m. b) Il versante est, perché le curve di livello sono più vicine fra loro. c) Ovest: dislivello 600 − 200 = 400 m su 900 − 75 = 825 m orizzontali: 400 : 825 × 100 ≈ 48 %. Est: 400 m su 1 280 − 900 = 380 m: 400 : 380 × 100 ≈ 105 %. Il versante est è circa due volte più ripido.

29. *Traccia.* (1) Ogni proiezione sceglie che cosa deformare: Mercatore ingrandisce le alte latitudini e può far sembrare più importanti alcune regioni. (2) Anche il centro della carta e l'orientamento sono scelte. (3) I confini contesi (es. Kashmir) sono disegnati diversamente da Stati diversi. (4) Il cartografo seleziona che cosa mostrare in base allo scopo. Conclusione: occorre chiedersi chi ha prodotto la carta e perché.

30. *Traccia.* Mercatore: conforme, conserva angoli e forme locali, le rotte a direzione costante sono rette; deforma molto le aree alle alte latitudini. Gall-Peters: equivalente, conserva i rapporti fra le aree; deforma le forme (allungate presso l'Equatore, schiacciate alle alte latitudini). Per la rotta navale: Mercatore. Per confrontare Brasile ed Europa: Gall-Peters (o un'altra carta equivalente), perché solo così le superfici sono confrontabili.

31. *Traccia.* Vantaggi: navigazione, soccorso in emergenza, trovare servizi, ritrovare un telefono perso. Rischi: profilazione commerciale, rivelazione di abitudini e indirizzo, possibilità di essere seguiti da malintenzionati. Regole: concedere la posizione solo alle app necessarie e solo durante l'uso; non condividere la posizione in tempo reale sui social; controllare le autorizzazioni. Collegamento: i dati di posizione sono dati personali (Regolamento UE 2016/679), con diritto al consenso e alla revoca; art. 15 Cost. sulla segretezza delle comunicazioni.

32. *Traccia.* Le coste e i corsi dei fiumi sono cambiati (golfo Persico, delta del Po e del Nilo, Ostia, Mileto); i confini antichi sono spesso incerti e vengono ricostruiti come «estensione approssimativa»; le carte storiche nascono dall'incrocio di fonti scritte, dati archeologici e ipotesi degli studiosi. Come una fonte, vanno lette chiedendosi su quali dati si basano e che cosa semplificano.

33. a) 12,5 cm × 200 000 = 2 500 000 cm = **25 km**. b) 25 km = 2 500 000 cm; 2 500 000 : 1 000 000 = **2,5 cm**.

34. 41°54′ N; 12°30′ E; l'osservatorio di Greenwich (Londra); +1; 23°26′.

35. *Traccia e griglia.* Possibili punti: coordinate geografiche (localizzare con precisione; Roma 41°54′ N, 12°30′ E); carte e scale (misurare distanze; limite: deformazioni delle proiezioni e selezione dei contenuti); curve di livello (leggere il rilievo e costruire profili); telerilevamento (osservare a distanza vegetazione, incendi, città; limite: immagini da interpretare, risoluzione); GPS (posizione per trilatera-

zione con almeno 4 satelliti; limite: precisione di pochi metri, privacy); GIS (strati georeferenziati per analizzare e pianificare; limite: qualità dei dati); dati statistici e grafici (valori relativi, fonte e anno; limite: grafici ingannevoli). Valutazione: correttezza dei contenuti (fino a 5 punti), almeno quattro strumenti con uso e limiti (fino a 3), lessico specifico e ordine dell'esposizione (fino a 2).