

IL DISEGNO DEL TERRITORIO di Filippo Camerota – Museo Galileo

Quando programiamo un viaggio, la prima cosa che facciamo è guardare una mappa per verificare dove andare, come andarci e cosa vedere. La carta geografica è lo strumento che ci consente di conoscere un paese o un territorio prima di esplorarlo fisicamente; conoscerne cioè le caratteristiche orografiche, la rete stradale e le distanze tra i luoghi. Fin dall'antichità, le mappe sono state un veicolo di informazione determinante per l'organizzazione della vita civile e militare. I traffici commerciali, la navigazione, le azioni belliche, la definizione dei confini, tutto è passato attraverso la consultazione delle carte geografiche. Perfino l'esplorazione di nuovi territori, come la scoperta del Nuovo Mondo, sarebbe stata inconcepibile senza l'ausilio e l'immediato aggiornamento delle mappe.

La mappa è una rappresentazione convenzionale che ci permette di vedere il mondo dall'alto, da un punto di vista fisicamente inaccessibile, frutto di un volo immaginario che ogni cartografo, fin dall'antichità, deve aver fantasticato di fare. Guardando idealmente la terra dall'alto, i pittori cartografi furono in grado di ottenere mappe sempre più realistiche, talvolta simili a foto aeree, come nel caso della veduta di Amsterdam a volo d'uccello di Jan Christiaensz Micker (1598-1664), un dipinto del XVII secolo straordinariamente convincente. L'alto grado di realismo in questo caso è conferito dall'ombra delle nuvole proiettata sul tessuto urbano e sui campi circostanti; una raffinatezza pittorica che travalica la funzione cartografica e restituisce un'immagine della città come vera, quasi animata, catturata in un momento qualsiasi della sua intensa vita quotidiana. Questo artificio è frutto di una grande abilità pittorica certamente, ma fu possibile anche grazie alla geometria e agli strumenti di misurazione.

Il disegno di una mappa è infatti un'operazione prima di tutto geometrica, e consiste nel definire l'esatta posizione dei luoghi e le loro reciproche distanze. La presa delle misure è nota tra i topografi come triangolazione; qui la vediamo in un manoscritto del Cinquecento. Si chiama triangolazione perché ogni luogo può essere identificato come il vertice di un triangolo che ha per base la distanza tra due stazioni di rilevamento, i due luoghi, cioè, in cui il topografo colloca i suoi strumenti di misurazione; nel caso specifico vediamo due cerchi graduati che indicano, appunto, gli strumenti del topografo. L'attendibilità del metodo è garantita dal fatto che il triangolo è l'unica figura geometrica indeformabile. Un quadrato si può deformare in un rombo, un cerchio in un'ellisse, ma un triangolo resta sempre un triangolo. Vale a dire che, se conosciamo la base di un triangolo, nel caso specifico la distanza tra le stazioni di rilevamento, e gli angoli formati con gli

altri due lati, determinati dalle direzioni di traguardo – possiamo vedere qui le linee di traguardo – resta definito in modo inequivocabile anche il vertice opposto del triangolo, ossia il luogo tragiurato.

UN PO' DI STORIA

Questa tecnica di rilevamento risulta applicata fin dall'inizio del Quattrocento, quando Leon Battista Alberti (1404-1472) ne descrisse per la prima volta i principi geometrici e gli strumenti operativi. L'umanista fiorentino se ne servì per disegnare la pianta della città di Roma, utilizzando semplicemente un disco graduato suddiviso in 48 parti di 4 minuti ciascuna, quindi in totale 192°. Collocando lo strumento sull'altura del Campidoglio e in altri luoghi eminenti, Alberti misurò scrupolosamente gli angoli di posizione degli edifici, delle anse del Tevere e delle torri della cinta muraria rispetto al nord magnetico indicato da una bussola. Poi assegnò ad ogni luogo due coordinate: l'angolo di posizione misurato dal Campidoglio, e la distanza da quel luogo scelto come centro della mappa. Per disegnare la pianta della città era necessario tracciare un cerchio suddiviso lungo la circonferenza come lo strumento topografico, cioè in 48 parti di 4 minuti, e disporre di un righello graduato da imperniare al centro del cerchio. La posizione di ogni luogo veniva tracciata portando il righello sulle parti della circonferenza corrispondenti all'angolo di posizione, e misurando la distanza da centro.

All'inizio del secolo successivo, Raffaello (1483-1520) progettò il rilievo della città antica adottando un disco goniometrico derivato dalla bussola dei marinai, suddiviso cioè in 32 parti. Ma già pochi anni dopo la divisione della circonferenza in 360°, derivata dagli astrolabi, divenne uno standard ampiamente utilizzato. Per comodità di lettura, i 360° erano spesso rappresentati da quattro settori di 90° o da otto settori di 45° costruiti sulle direzioni della rosa dei venti. Questa era la base della cosiddetta bussola topografica semplice con la quale si potevano misurare gli angoli di posizione azimutali; le direzioni di traguardo erano indicate da un'alidada imperniata al centro della rosa dei venti, mentre la direzione del nord era indicata da un ago magnetico spesso alloggiato al centro dell'alidada. La necessità di misurare anche gli angoli zenitali per stimare una distanza da una sola stazione di rilevamento, suggerì l'aggiunta di un quadrante verticale montato sull'alidada, dando corpo alla cosiddetta bussola composta o teodolite. Il visore montato sopra il quadrante, formato da due traguardi o da un tubicino, fu successivamente sostituito da un piccolo cannocchiale, stabilendo il prototipo dello strumento rimasto in uso tra i topografi fino ai nostri giorni.

ESPERIENZA: LA BUSSOLA TOPOGRAFICA

La bussola topografica semplice è uno strumento piuttosto facile da costruire. Bisogna in primo luogo disegnare una rosa dei venti, suddividendo la circonferenza in otto parti uguali e segnando i nomi dei venti lungo il bordo dello strumento: a nord la Tramontana, a nord-est il Greco, a est

il vento di Levante, a sud-est lo Scirocco, a sud l'Ostro o Austro, a sud-ovest il Libeccio, a ovest il vento di Ponente, a nord-ovest il Maestro o Maestrale. Ogni settore viene poi suddiviso in 45° in modo tale che ogni luogo trapiuguardato possa essere identificato da una lettera, l'iniziale del vento, e da un numero compreso tra 0 e 45 gradi. Il disegno viene poi montato su una tavoletta di legno o di altro materiale rigido con un perno montato al centro in modo da potervi alloggiare l'alidada. Un righello con due visori che servono a trapiuguardare il luogo in lontananza. Lo strumento così composto deve essere poi montato nelle stazioni di rilevamento su un cavalletto e una bussola servirà a orientarlo nella direzione del nord magnetico.

Se volessimo rilevare una città come Firenze, dovremmo innanzi tutto individuare almeno due stazioni di rilevamento reciprocamente visibili e in posizione sufficientemente elevata per dominare dall'alto le emergenze urbane. Due luoghi che soddisfano questi requisiti sono ad esempio il piazzale Michelangelo e il Forte del Belvedere. Portiamoci quindi nella prima stazione e posizioniamo la bussola topografica con il segno di Tramontana rivolto a nord.

Se una volta orientato lo strumento osserviamo l'ombra di uno gnomone al mezzogiorno solare, quando cioè il sole attraversa il meridiano locale, vediamo che la direzione del nord geografico indicata dall'ombra dello gnomone, differisce di alcuni gradi rispetto alla direzione del nord magnetico indicata dalla bussola. Questa differenza si chiama declinazione magnetica. Solitamente le mappe antiche erano orientate secondo il nord magnetico, mentre oggi l'orientamento convenzionale è quello del nord geografico.

Una volta orientata la bussola, trapiuguardiamo alcune emergenze urbane – come la cupola di Santa Maria del Fiore, il campanile di Santa Croce, la torre di Palazzo Vecchio e la cupola di San Lorenzo. Prendiamo quindi nota dell'angolo di posizione: ad esempio, per la cupola di Santa Maria del Fiore che si trova nel settore dominato dal vento di Maestrale, scriviamo "M, 17° ". Trapiuguardiamo quindi la cupola di San Lorenzo. Poi prendiamo nota dell'angolo di posizione e scriviamo "M, 12° ". Spostiamo poi l'alidada in direzione della torre di Palazzo Vecchio. Annotiamo la posizione a 0° sul vento di Maestrale. Trapiuguardiamo infine il campanile di Santa Croce il quale si trova anch'esso nel settore di Maestrale, a $36,5^\circ$. Non dobbiamo dimenticare, infine, di misurare anche la direzione della nostra seconda stazione di rilevamento, trapiuguardando il Forte di Belvedere. Prima di spostarci nella seconda stazione dobbiamo misurare la distanza che ci separa da essa, e possiamo farlo trapiuguardando quello stesso luogo da un altro punto, facilmente accessibile, di cui possiamo misurare direttamente la distanza.

Portandoci poi nella seconda stazione, ripeteremo le stesse operazioni, trapiuguardando gli stessi luoghi, compreso il luogo della prima stazione, e

annotando scrupolosamente i loro angoli di posizione.

Tornati nel nostro studio cominceremo a disegnare la mappa della città, riportando i dati della triangolazione. Tracciamo quindi dapprima una linea orizzontale, stabiliamo poi il punto della prima stazione di rilevamento e per quel punto facciamo passare una linea verticale; la linea verticale indica la direzione del nord magnetico. Lì andiamo a posizionare quindi la bussola, una piccola bussola di carta, uguale allo strumento di rilevamento che abbiamo utilizzato per compiere la triangolazione, e sulla base di questo piccolo cerchio goniometrico tratteremo tutte le linee che ci permetteranno di identificare i punti rilevati sulla mappa. Fatto questo, possiamo tracciare dal centro una serie di linee corrispondenti agli angoli di posizione dei luoghi rilevati. Tra queste c'è anche la linea di cui abbiamo misurato la distanza in modo diretto, in fondo alla quale andremo a collocare la piccola bussola di carta per tracciare la direttrice che ci permette di individuare il luogo della seconda stazione. Spostiamo dunque la bussola di carta sulla seconda stazione e tracciamo le linee corrispondenti ai nuovi angoli di posizione. Dove ciascuna di queste linee incontrerà le precedenti, tratteremo la posizione topografica dei luoghi rilevati. Stabiliti questi punti fermi, potremo procedere con una serie di misure dirette lungo le strade della città per disegnare l'intera mappa di Firenze.

ATTUALITÀ

Oggi il rilievo topografico non si discosta molto da quello codificato nei trattati del Rinascimento. I problemi geometrici sono esattamente gli stessi e consistono nella misura degli angoli di posizione, delle distanze e dei dislivelli. La differenza sta essenzialmente nella qualità degli strumenti. Gli angoli di posizione oggi si misurano con teodoliti muniti di ottiche molto potenti che garantiscono un altissimo grado di precisione anche nel traguardo dei punti più lontani. La misura delle distanze è affidata ai distanziometri elettronici, spesso combinati ai teodoliti in uno strumento che prende il nome di Stazione totale. La triangolazione infine è sempre riferita a un caposaldo che la inquadra nella rete geodetica nazionale la quale a sua volta è connessa al sistema di georeferenziazione internazionale. L'attività del topografo quindi non è più circoscritta e isolata ma è parte di un sistema che garantisce l'unificazione dei dati e l'aggiornamento costante delle mappe. Da qui deriva il risultato che oggi tutti possiamo sperimentare nella navigazione con Google Maps e Google Earth, strumenti cartografici sofisticatissimi che rendono il nostro volo immaginario un'esperienza entusiasmante, portandoci in pochi secondi dal piano stradale allo spazio interstellare.