CAPITOLO

2

Ombre di volumi architettonici e ombre in assonometria

In un prospetto ogni ombra è una misura: dice di quanto la cornice, il balcone, la colonna si staccano dal muro.

OBIETTIVI

1. Costruire in pianta e prospetto le ombre di mensole, cornici, balconi, pensiline, lesene e pilastri e leggere nel prospetto ombreggiato le sporgenze.
2. Costruire le ombre in finestre, nicchie rettangolari e semicircolari e su una scala addossata a un muro.
3. Costruire l'ombra di un arco sul muro di fondo di un portico e quella di un abaco su una colonna.
4. Trovare separatrici e ombre di volumi semplici: case a capanna con il comignolo, torri, portici.
5. Costruire in assonometria le ombre di gruppi di volumi con il sole e con un lampione, anche quando salgono su una parete.

INDICE DEL CAPITOLO

2.1 Perché si disegnano le ombre di un edificio 2

2.2 Elementi che sporgono: mensole, cornici, balconi, pilastri 3

2.3 Elementi incassati: finestre, nicchie, scale 6

2.4 Archi e colonne 9

2.5 Volumi semplici: case, torri, portici 13

2.6 Le ombre in assonometria 16

Disegno e Storia dell'arte 3 · Parte I · La teoria delle ombre · versione 1.0
Capitolo 2: Ombre di volumi architettonici e ombre in assonometria · pagine 49–74 del volume completo · estratto per lo studio

Nel cap. 1 hai imparato a costruire le ombre di qualunque figura e di qualunque solido. Ora le stesse regole lasciano i prismi e i coni del laboratorio di geometria e salgono sulle facciate: una mensola, un balcone, una nicchia, un arco, una colonna, una scala addossata a un muro, una casa con il suo comignolo. Sono gli elementi che compongono l'architettura che incontrerai nei capitoli di storia dell'arte, dal portico degli Innocenti di Brunelleschi alle ville di Palladio.

Il capitolo ha due parti. Nella prima lavori nelle **proiezioni ortogonali**, con la convenzione del raggio a 45°: imparerai a leggere in un prospetto quanto sporge ogni elemento, guardando soltanto la sua ombra. Nella seconda torni all'**assonometria** (*Disegno e Storia dell'arte 2*, capp. 3–6) e disegni le ombre di gruppi di volumi sotto il sole e sotto un lampione, anche quando l'ombra sale su una parete.

2.1 Perché si disegnano le ombre di un edificio

Un prospetto mostra larghezze e altezze, ma non le profondità: una cornice che sporge 10 cm e una che sporge un metro, viste di fronte, sono la stessa striscia. Basta però aggiungere le ombre, costruite con la convenzione a 45°, e il disegno cambia: le parti sporgenti si staccano dal muro, quelle incassate sprofondano, e la larghezza di ogni ombra dice di quanto. Un prospetto completato con le ombre portate e proprie si chiama **prospetto ombreggiato**; è una pratica antica del disegno d'architettura, perché permette di presentare con un solo disegno il rilievo di una facciata. Nel volume del prossimo anno lo userai per il disegno «materico» delle facciate; qui impari a costruirlo.

Per gli elementi di una facciata conviene una scelta semplice: il **muro della facciata è il PV** e il terreno è il PO. Le coordinate restano quelle del cap. 1, ma per gli elementi architettonici le misure sono in metri e il disegno si esegue in scala (1 : 20, 1 : 50, 1 : 100): x è la larghezza, crescente verso sinistra, y la sporgenza dal muro, z la quota. Le regole che servono sono già tutte note.

DA RICORDARE

Tre regole per le ombre sulla facciata (convenzione a 45°, muro = PV):

- un punto che sporge di y dal muro vi getta l'ombra **spostata di y verso destra e di y verso il basso**; perciò la larghezza di un'ombra portata sul muro è uguale alla sporgenza dell'elemento che la produce (*Disegno e Storia dell'arte 2*, cap. 6);
- uno spigolo **parallelo al muro** (orizzontale o verticale) vi getta un'ombra parallela e uguale: è la regola delle figure parallele (cap. 1);
- uno spigolo **perpendicolare al muro** vi getta un'ombra a 45°, nella direzione di r'', che parte dal punto in cui lo spigolo tocca il muro.

Se un punto è più basso della sua sporgenza ($z < y$), il raggio incontra prima il terreno: l'ombra si spezza sulla LT nel punto di rottura R, come nel cap. 1.

2.2 Elementi che sporgono: mensole, cornici, balconi, pilastri

2.2.1 La mensola e la cornice

Una **mensola** è un elemento che sporge dal muro per sostenere qualcosa (un balcone, una statua, un vaso) o soltanto per decorare. Nel disegno è un parallelepipedo attaccato al muro (Figura 2.1a). Si comincia, come sempre, dalla separatrice: con la luce dall'alto, da sinistra e dal davanti sono in luce la faccia superiore, quella frontale e quella di sinistra; sono in ombra propria la faccia inferiore e quella di destra. La separatrice è quindi formata da quattro spigoli: lo spigolo inferiore sinistro e lo spigolo superiore destro, perpendicolari al muro, e i due spigoli frontali, inferiore e destro, paralleli al muro.

Le loro ombre sul muro seguono le tre regole. Gli spigoli frontali gettano due segmenti paralleli e uguali a sé stessi, spostati di 0,40 m in basso e a destra; gli spigoli perpendicolari al muro gettano due segmenti a 45°. L'ombra portata è una fascia a forma di L che abbraccia la mensola sotto e a destra, larga ovunque quanto la sporgenza: 0,40 m. Le facce in ombra propria non si vedono né in pianta né in prospetto: quella di destra appare di taglio in entrambe le viste, quella inferiore è perpendicolare al PV e in pianta è nascosta dalla faccia superiore. Nel prospetto ombreggiato compare solo l'ombra portata.

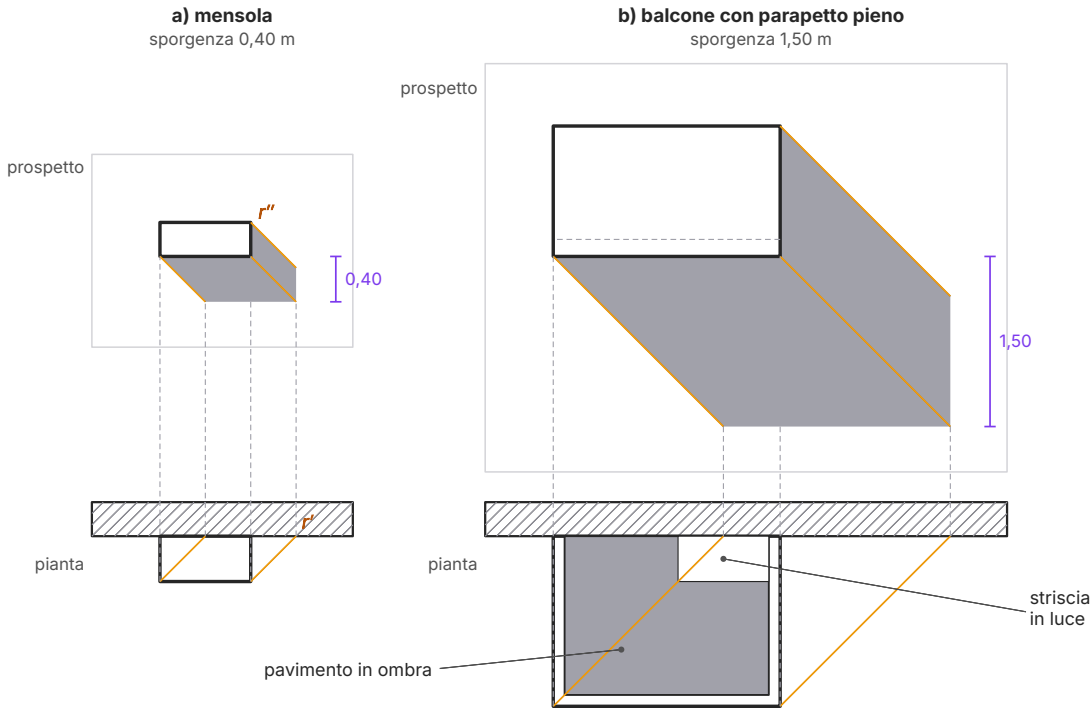


Figura 2.1 Ombre di elementi sporgenti, in pianta e prospetto (convenzione a 45°; il muro è il PV). a) Mensola larga 0,80 m, sporgente 0,40 m e alta 0,30 m: sul muro, sotto e a destra, una fascia d'ombra larga quanto la sporgenza. In pianta i raggi *r'* dei vertici anteriori raggiungono il muro; con le linee di richiamo si trovano in prospetto le larghezze dell'ombra. b) Balcone largo 2,00 m e profondo 1,50 m, con parapetto pieno spesso 0,10 m e alto 1,00 m sul pavimento (tratteggiato il livello del pavimento): la fascia sotto la soletta è alta 1,50 m; in pianta il pavimento è in ombra tranne una striscia di 0,80 × 0,40 m lungo il muro.

Una **cornice marcapiano** è una fascia sporgente che corre lungo tutta la facciata e ne segna i piani. È una mensola lunghissima: la sua ombra è una fascia orizzontale continua, alta quanto la sporgenza, e le fasce a 45° compaiono soltanto dove la cornice finisce, per esempio sullo spigolo dell'edificio. Lo stesso vale per il cornicione che conclude in alto un palazzo: con un profilo rettangolare (il profilo reale, fatto di modanature, si semplifica) la fascia d'ombra sotto di esso è alta quanto la sua sporgenza. Per questo, in un prospetto ombreggiato, l'ombra di un cornicione è molto più alta di quella di una cornice: sporge di più.

ESEMPIO SVOLTO

Ombra di una mensola. Una mensola larga 0,80 m sporge 0,40 m dal muro; il suo spigolo inferiore è alla quota 3,00 m e quello superiore alla quota 3,30 m; le larghezze vanno da 0 (spigolo destro) a 0,80 m. Disegno in scala 1 : 20.

- Le quote sono maggiori della sporgenza: tutta l'ombra cade sul muro.
- Il vertice inferiore anteriore sinistro (0,80; 0,40; 3,00) ha l'ombra in (0,80 − 0,40; 3,00 − 0,40) = (0,40; 2,60); quello destro (0; 0,40; 3,00) in (−0,40; 2,60); il vertice superiore anteriore destro (0; 0,40; 3,30) in (−0,40; 2,90).
- Contorno: dal vertice inferiore sinistro della mensola sul muro, (0,80; 3,00), a 45° fino a (0,40; 2,60); in orizzontale fino a (−0,40; 2,60); in verticale fino a (−0,40; 2,90); a 45° fino allo spigolo superiore destro sul muro, (0; 3,30).

Controllo: la fascia sotto la mensola è alta 3,00 − 2,60 = 0,40 m e quella a destra larga 0 − (−0,40) = 0,40 m, quanto la sporgenza. In scala 1 : 20 entrambe misurano 20 mm.

2.2.2 Il balcone e la pensilina

Un balcone con il **parapetto** pieno, visto da fuori, è un blocco: la sua ombra sul muro si costruisce come quella della mensola (Figura 2.1b). Con una sporgenza di 1,50 m la fascia sotto la soletta è alta 1,50 m, e la fascia a destra, larga 1,50 m, sale fino a 1,50 m sotto la cima del parapetto, poi si chiude con un tratto a 45°.

Più interessante è l'interno. Il pavimento del balcone riceve le ombre del parapetto, e la pianta le mostra. Un punto del pavimento è in luce soltanto se il raggio che parte da esso verso la sorgente scavalca il parapetto. Il raggio, salendo di 1 m, si sposta di 1 m verso sinistra e di 1 m verso il davanti: per scavalcare un parapetto alto 1,00 m deve quindi partire ad almeno 1,00 m dalla faccia interna del parapetto frontale e da quella del parapetto di sinistra. Nel balcone della figura, profondo 1,40 m all'interno, resta in luce soltanto una striscia lungo il muro profonda 0,40 m, nella parte di destra. È un fatto che si osserva facilmente: in una giornata di sole, il pavimento di un balcone con il parapetto pieno è quasi tutto in ombra.

Una **pensilina** (o tettoia) è una lastra sottile che sporge dal muro sopra una porta o un passaggio. La sua ombra è una mensola di piccolo spessore: una fascia alta quanto la sporgenza sotto l'intradosso, e una fascia laterale larga quanto la sporgenza. Se la pensilina è bassa e molto sporgente, l'ombra può raggiungere il terreno: succede quando la quota dello spigolo anteriore è minore della sua sporgenza, e allora il contorno si spezza sulla LT.

2.2.3 Lesene e pilastri

Una lesena sporge di pochi centimetri dal muro: getta alla sua destra una striscia d'ombra sottile, larga quanto la sporgenza, che nei disegni d'architettura basta a far «leggere» l'ordine di una facciata. Un pilastro staccato dal muro, come quelli di un portico, getta invece un'ombra che

parte sul terreno e poi sale sul muro. Per esempio, un pilastro di 0,50 × 0,50 m alto 3,00 m, con la faccia posteriore a 1,00 m dal muro, ha la separatrice formata dallo spigolo verticale posteriore sinistro, dallo spigolo verticale anteriore destro e dai due spigoli superiori che li collegano. Gli spigoli verticali gettano sul terreno due tratti a 45°, che raggiungono la LT nei punti di rottura R_1 e R_2, a 1,00 m e a 1,50 m a destra dei loro piedi; da lì le ombre salgono verticali sul muro fino alle quote 3,00 − 1,00 = 2,00 m e 3,00 − 1,50 = 1,50 m. In alto le chiude l'ombra degli spigoli superiori: orizzontale quella dello spigolo parallelo al muro, a 45° quella dello spigolo perpendicolare.

IN SINTESI

Ombre degli elementi sporgenti (convenzione a 45°, muro = PV):

- fascia d'ombra sotto un elemento: alta quanto la sua sporgenza;
- fascia d'ombra a destra: larga quanto la sporgenza; i due angoli si chiudono con tratti a 45°;
- elemento continuo (cornice, cornicione): solo la fascia orizzontale;
- pavimento dietro un parapetto pieno alto *h*: in luce solo a più di *h* dalla faccia interna dei parapetti frontale e sinistro;
- elemento staccato dal muro (pilastro): l'ombra cade sul terreno, si spezza sulla LT e sale sul muro.

ERRORE FREQUENTE

L'ombra dalla parte sbagliata, o della misura sbagliata. Con la convenzione a 45° la luce viene da sinistra: le ombre sul muro stanno sempre **sotto e a destra** degli elementi sporgenti. E la fascia d'ombra non è alta quanto l'elemento, ma quanto la sua **sporgenza**: una mensola alta 0,30 m che sporge 0,40 m fa una fascia di 0,40 m. Infine, non dimenticare i tratti a 45° agli angoli: senza di essi l'ombra sembra staccata dall'oggetto.

2.3 Elementi incassati: finestre, nicchie, scale

2.3.1 La finestra e la nicchia rettangolare

Quando un elemento rientra nel muro, la luce entra in una cavità: è il caso del solido cavo del cap. 1. Una finestra ha il vetro e l'infisso arretrati rispetto al filo esterno del muro; le facce laterali dell'apertura si chiamano spalle, e se sono oblique, per far entrare più luce, formano una **strombatura**. In basso l'apertura è chiusa dal **davanzale**, la lastra su cui poggia la finestra, che spesso sporge un poco dal muro. La spalla di sinistra e l'architrave gettano ombra sul vetro: due fasce, a sinistra e in alto, larghe quanto l'arretramento del vetro.

Una **nicchia** è una cavità aperta nello spessore del muro per accogliere una statua o per alleggerire e ritmare la parete. Nella nicchia rettangolare (Figura 2.2a) le ombre sono le stesse della finestra. Lo stipite di sinistra, uno spigolo verticale parallelo al fondo, getta sul fondo un'ombra verticale spostata a destra di 0,40 m, la profondità della nicchia; l'architrave getta un'ombra orizzontale abbassata di 0,40 m. Lo spigolo superiore sinistro A ha l'ombra A_o'' nell'angolo della L. La fascia verticale scende fino al piano della nicchia, dove l'ombra continua con un triangolo, visibile in pianta: i punti dello stipite più bassi della profondità portano l'ombra sul piano, non sul fondo.

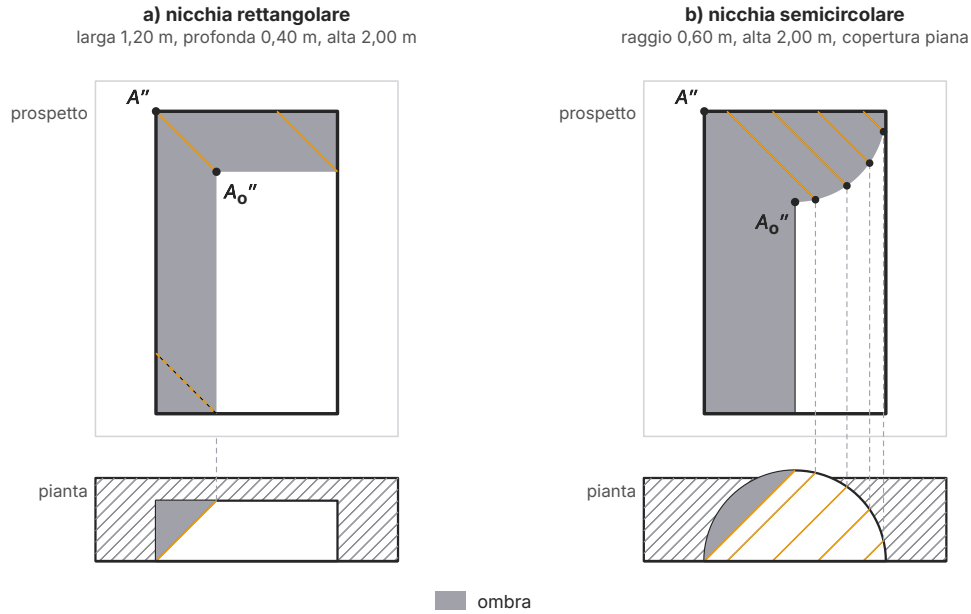


Figura 2.2 Ombre nelle nicchie, in pianta (sezione orizzontale) e prospetto. a) Nicchia rettangolare larga 1,20 m, profonda 0,40 m, alta 2,00 m: lo stipite sinistro e l'architrave gettano sul fondo due fasce larghe 0,40 m; A_o'' è l'ombra dello spigolo superiore sinistro A; in pianta, l'ombra triangolare sul piano della nicchia. b) Nicchia semicircolare di raggio 0,60 m, alta 2,00 m, con copertura piana: lo stipite sinistro getta un'ombra verticale lungo la generatrice di fondo, che finisce in A_o'', 0,60 m sotto A; l'ombra dell'architrave è una curva costruita per punti: per ogni punto, r' in pianta fino alla superficie della nicchia, richiamo, r'' in prospetto.

2.3.2 La nicchia semicircolare

Nella nicchia a pianta semicircolare (Figura 2.2b) il fondo è un mezzo cilindro con l'asse verticale. Le ombre si trovano con il metodo del piano luminoso del cap. 1, e la pianta lo rende semplice: il cilindro, visto dall'alto, è un semicerchio, e il raggio r' di ogni punto lo incontra in un punto che si legge subito.

1. **Lo stipite di sinistra.** Il piano luminoso di uno spigolo verticale è verticale; in pianta è la retta r' condotta dallo stipite, che incontra il semicerchio esattamente nel punto di fondo,

sull'asse della nicchia. (Il triangolo formato dal centro, dallo stipite e dal punto di fondo è rettangolo e isoscele, con i cateti uguali al raggio R.) L'ombra dello stipite è dunque la generatrice di fondo, e ogni punto vi cade abbassato di R: lo spigolo superiore A ha l'ombra A_o'' alla quota 2,00 − 0,60 = 1,40 m.

2. **L'architrave.** Per alcuni punti dello spigolo dell'architrave si traccia in pianta r' fino al semicerchio; dal punto trovato si risale con una linea di richiamo fino a incontrare in prospetto il raggio r'' dello stesso punto. Per il punto di mezzo dell'architrave, per esempio, il raggio arriva sul fondo dopo essere sceso di $R \cdot 0{,}707 \approx 0{,}42$ m: l'ombra è 0,42 m più in basso e 0,42 m più a destra.
3. **Il contorno.** Si uniscono i punti con una curva regolare, da A_o'' fino allo spigolo destro dell'architrave, dove l'ombra si annulla: lì lo spigolo tocca la superficie che riceve l'ombra.

Tutta la parte sinistra del fondo, tra lo stipite e la generatrice di fondo, è in ombra. Una parte è in ombra propria, perché guarda dalla parte opposta alla luce; il resto è ombra portata dello stipite; la separatrice del cilindro cade dentro l'ombra portata e non si vede. Nel disegno la si campisce con un unico tono.

> **APPROFONDIMENTO**
>
> **La nicchia con il catino.** Le nicchie del Rinascimento hanno quasi sempre in alto un quarto di sfera, il catino, come le absidi delle chiese (*Disegno e Storia dell'arte 2*, cap. 5). L'ombra dell'arco d'ingresso cade allora in parte sul catino e in parte sul cilindro, e la curva che la limita si costruisce ancora punto per punto, con lo stesso principio: il raggio che passa per un punto dell'arco, e il punto in cui incontra la superficie. Per trovare questo punto su una sfera, però, servono piani ausiliari e una costruzione più lunga, che i manuali di teoria delle ombre svolgono per esteso e che qui non affrontiamo. Osservando una nicchia vera in una giornata di sole riconoscerai comunque la forma che hai costruito: una fascia verticale d'ombra che parte dallo stipite di sinistra e, in alto, un'ombra curva che scende verso il centro.

2.3.3 Gradini e scale

Un gradino ha una superficie orizzontale, la **pedata**, e una verticale, l'**alzata**. Consideriamo una scala addossata a un muro che sale verso sinistra (Figura 2.3). Ogni alzata guarda verso destra, dalla parte opposta alla luce: è in ombra propria. Lo spigolo superiore dell'alzata, perpendicolare al muro e parallelo alla pedata sottostante, getta sulla pedata un'ombra parallela a sé stesso e spostata di quanto è alto il gradino: una striscia larga quanto l'alzata, che sul davanti si chiude con un tratto a 45°, ombra dello spigolo verticale anteriore. Vicino al muro, i raggi incontrano il muro prima della pedata: sul muro compare un triangolo d'ombra a 45° sopra ogni gradino, e la scala, nel prospetto ombreggiato, acquista un profilo «a denti di sega».

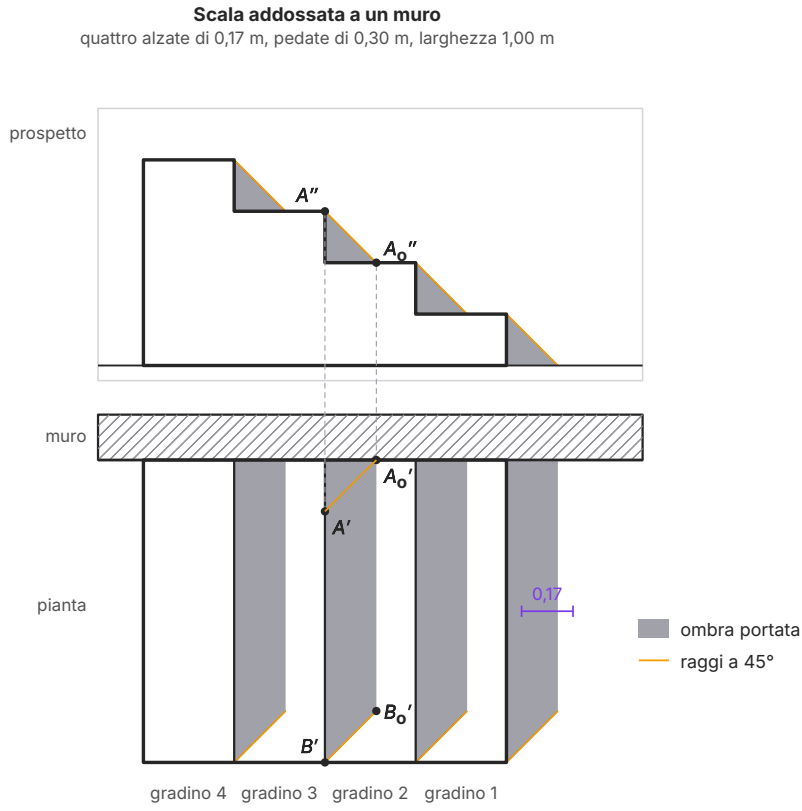


Figura 2.3 Scala addossata a un muro, che sale verso sinistra: quattro alzate di 0,17 m, pedate di 0,30 m, larghezza 1,00 m (convenzione a 45°). In prospetto, un triangolo d'ombra a 45° sul muro sopra ogni gradino; in pianta, su ogni pedata, una striscia larga quanto l'alzata, chiusa sul davanti da un tratto a 45°. Il punto *A* dello spigolo superiore dell'alzata, a 0,17 m dal muro, ha l'ombra nell'angolo tra muro e pedata (A_0'', A_0'); il punto anteriore *B* ha l'ombra B_0' sulla pedata.

Se invece la scala sale verso destra, le alzate guardano verso sinistra e sono in luce, e nessun gradino fa ombra sul successivo: tutta l'ombra della scala è quella del suo fianco destro, sul terreno e sul muro.

2.4 Archi e colonne

2.4.1 L'arco e il muro di fondo di un portico

Sotto un portico, il muro di fondo è parallelo alla parete degli archi. Per la regola delle figure parallele, il **semicerchio di un arco getta sul muro di fondo un semicerchio uguale**, traslato in basso e a destra di una quantità uguale alla sua distanza dal muro. Lo stesso vale per gli stipiti, che sono spigoli verticali paralleli al muro. Sul muro di fondo la luce che entra dall'arco disegna

quindi una figura uguale all'apertura, spostata: tutto il resto è in ombra, portata dalla parete degli archi.

L'arco, però, ha uno spessore: la luce deve passare sia per lo spigolo anteriore sia per quello posteriore dell'apertura. I due spigoli gettano sul muro di fondo due figure uguali, traslate di quantità diverse; la luce arriva soltanto nella parte comune alle due, e perciò il contorno della zona illuminata è dato, in gran parte, dallo spigolo più lontano dal muro, cioè quello anteriore. Nella Figura 2.4 l'arco ha la luce di 4,00 m, l'imposta a 3,00 m e la chiave a 5,00 m; il muro di fondo dista 2,00 m dalla faccia interna della parete, e l'arco è spesso 0,50 m. Lo spigolo anteriore dista dunque 2,50 m dal muro: la chiave C ha l'ombra C_0'' 2,50 m più in basso e 2,50 m più a destra, alla quota 2,50 m, dietro la parete.

Arco nella parete di un portico e muro di fondo
luce 4,00 m, imposta a 3,00 m; muro di fondo a 2,00 m dalla parete, spessore dell'arco 0,50 m

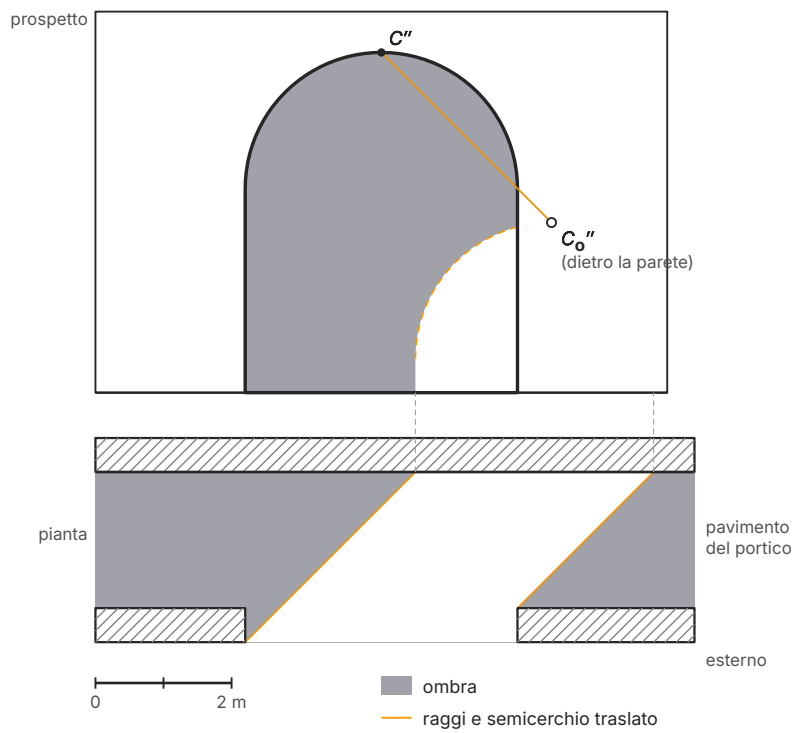


Figura 2.4 Un arco nella parete di un portico e il muro di fondo (luce 4,00 m, imposta a 3,00 m, muro di fondo a 2,00 m dalla parete, spessore dell'arco 0,50 m). In prospetto, attraverso l'arco si vede il muro di fondo: in ombra, tranne la parte illuminata delimitata dal semicerchio dello spigolo anteriore, traslato di 2,50 m in basso e a destra (C_0'', ombra della chiave, cade dietro la parete). In pianta, sezione orizzontale: la luce entra sul pavimento del portico come un parallelogramma con i lati a 45°, che sul muro di fondo è largo 3,50 m.

Attraverso l'arco, in prospetto, si vede soltanto la parte di questa figura che cade entro l'apertura: una zona illuminata larga 1,50 m alla base, sul lato destro, limitata in alto dall'arco traslato.

Il resto della luce che entra cade sul pavimento, e la pianta lo mostra: un parallelogramma con i lati a 45° che va dall'apertura fino al piede del muro di fondo. Se il portico ha più archi uguali, la luce che entra da un arco si vede in parte attraverso quello alla sua destra: è l'alternanza di luci e ombre che rende così leggibili, in una giornata di sole, i portici fiorentini del Quattrocento.

ESEMPIO SVOLTO

Quanto è larga la luce sul muro di fondo? Arco di luce 4,00 m e spessore 0,50 m, muro di fondo a 2,00 m dalla parete (Figura 2.4).

- Gli stipiti, alle larghezze 2,00 m (sinistro) e −2,00 m (destro), gettano sul muro di fondo ombre verticali traslate a destra di 2,00 m (spigoli posteriori) e di 2,50 m (spigoli anteriori).
- Luce dello spigolo posteriore sul muro: da 2,00 − 2,00 = 0 a −2,00 − 2,00 = −4,00 m. Luce dello spigolo anteriore: da 2,00 − 2,50 = −0,50 m a −4,50 m.
- Parte comune: da −0,50 m a −4,00 m, cioè 3,50 m, quanto la luce dell'arco meno il suo spessore (4,00 − 0,50).
- In prospetto se ne vede solo il tratto entro l'apertura, da −0,50 m a −2,00 m: 1,50 m.

Controllo in pianta: al piede del muro di fondo il parallelogramma di luce va proprio da −0,50 m a −4,00 m.

2.4.2 La colonna con l'abaco

L'ombra del capitello sul fusto è il caso classico della teoria delle ombre applicata agli ordini. Studiamola su un **profilo semplificato**: un fusto cilindrico di raggio r sormontato direttamente da un abaco quadrato, di lato $2a$, senza l'echino e senza modanature (Figura 2.5). Le parti dell'abaco che fanno ombra sul fusto sono gli spigoli inferiori sinistro e anteriore; il fusto ha la sua separatrice nella generatrice per T', dove r' è tangente al cerchio, come in *Disegno e Storia dell'arte 2*, cap. 6. Per ogni punto del fusto, in pianta, si traccia r' all'indietro fino al bordo dell'abaco: il punto trovato è quello che getta l'ombra, e la quota dell'ombra è la quota dell'abaco meno la lunghezza del tratto percorso in larghezza (o in aggetto).

Il risultato ha una forma sorprendentemente semplice, che vale per la convenzione a 45°. In prospetto l'ombra dello **spigolo sinistro** è un segmento a 45°, e quella dello **spigolo anteriore** è un **arco di circonferenza di raggio uguale a quello del fusto**, con il centro sull'asse della colonna, alla distanza a sotto l'abaco. I due tratti si incontrano nell'ombra S_0'' dello spigolo verticale S dell'abaco, che è, con l'estremo dell'arco sulla separatrice, il punto più basso del contorno. Il motivo è questo: il piano luminoso dello spigolo anteriore è inclinato di 45° sul PV, e i punti in cui taglia il fusto stanno tanto più in basso quanto più sono lontani dal davanti, esattamente come i punti di un cerchio.

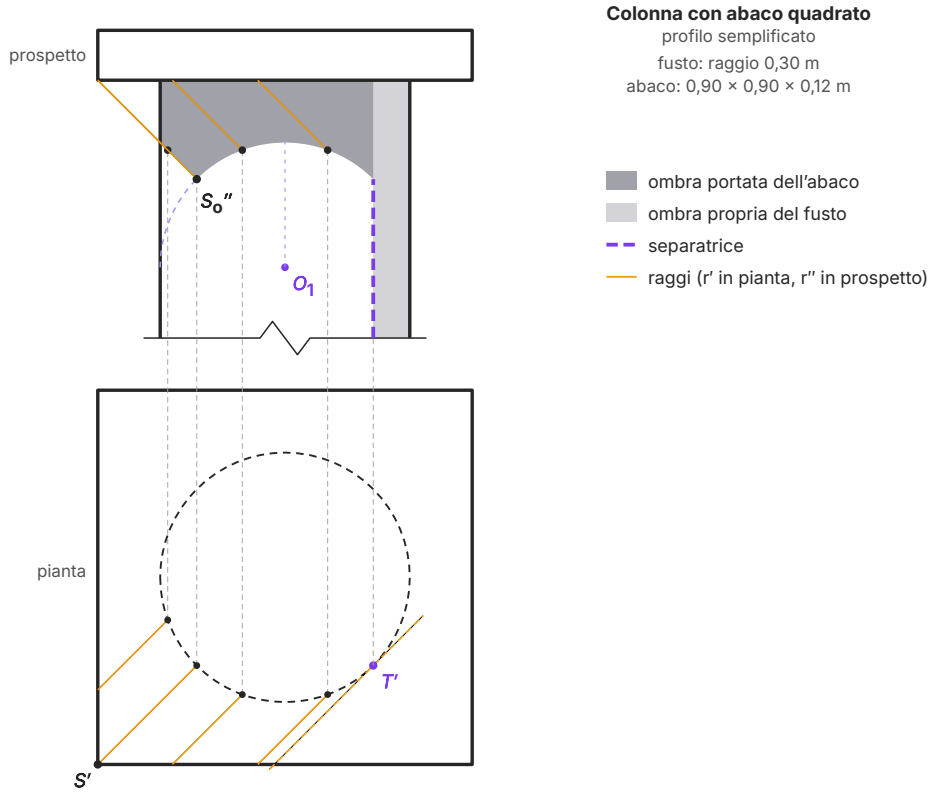


Figura 2.5 Ombra di un abaco quadrato (0,90 × 0,90 m) su un fusto di raggio 0,30 m, profilo semplificato, convenzione a 45°. In pianta, i raggi *r′* dal bordo dell'abaco al fusto; con le linee di richiamo e i raggi *r″* si trovano i punti in prospetto. L'ombra dello spigolo sinistro è un segmento a 45°; quella dello spigolo anteriore un arco di raggio 0,30 m con il centro O_1 sull'asse, 0,45 m sotto l'abaco. S_o'', ombra dello spigolo *S*, è 0,24 m sotto l'abaco; la separatrice è la generatrice per *T′*.

ESEMPIO SVOLTO

Le quote dell'ombra sul fusto. Fusto di raggio $r = 0{,}30$ m, abaco di lato 0,90 m ($a = 0{,}45$ m), convenzione a 45°.

- Generatrice di contorno sinistra e generatrice anteriore: il raggio percorre $a - r = 0{,}15$ m prima di uscire da sotto l'abaco; l'ombra è 0,15 m sotto l'abaco.
- Punto S_0'', a 45° in pianta dal centro: dista dall'asse $r \cdot 0{,}707 \approx 0{,}21$ m in larghezza e in aggetto; il raggio percorre $0{,}45 - 0{,}21 = 0{,}24$ m, e l'ombra è 0,24 m sotto l'abaco.
- Separatrice: la generatrice a 0,21 m a destra dell'asse; a destra di essa, una striscia d'ombra propria larga $0{,}30 - 0{,}21 \approx 0{,}09$ m.

Controllo: l'arco di raggio 0,30 m con il centro 0,45 m sotto l'abaco passa a $0{,}45 - 0{,}30 = 0{,}15$ m sotto l'abaco sulla generatrice anteriore, come trovato punto per punto.

2.5 Volumi semplici: case, torri, portici

2.5.1 La casa a capanna

Un **tetto a capanna** ha due **falde**, cioè due superfici piane inclinate, che si incontrano in alto lungo il **colmo**; in basso ogni falda termina sulla **linea di gronda**. Sui due lati corti i muri si alzano a triangolo fino al colmo. Prima di cercare le ombre conviene chiedersi quali falde sono in luce, e la risposta si legge nel **fianco**, dove le falde perpendicolari al PL appaiono come segmenti e il raggio r''' è a 45°: una falda è in luce se è meno inclinata di 45° rispetto al terreno. I tetti italiani, con pendenze intorno al 30–35%, hanno quindi di solito entrambe le falde in luce, e la separatrice corre lungo le gronde e i muri.

Nella Figura 2.6 la casa ha la pianta di 8 × 6 m, la gronda a 5 m e il colmo a 7 m, parallelo alla LT; dietro di essa, a 2 m dalla facciata posteriore, c'è un muro, che facciamo coincidere con il PV. Sono in ombra propria il muro di destra con il suo triangolo e la facciata posteriore. La separatrice parte dal piede dello spigolo posteriore sinistro, sale, segue la gronda posteriore, risale il bordo destro del tetto fino al colmo, scende fino alla gronda anteriore e torna a terra lungo lo spigolo anteriore destro. Poiché i punti alti sono vicini al muro, la maggior parte dell'ombra cade sul PV: la gronda posteriore vi getta una retta orizzontale alla quota $5 - 2 = 3$ m, l'estremo destro del colmo C l'ombra C_0'' alla quota $7 - 5 = 2$ m. Il bordo del tetto che scende dal colmo verso il davanti incontra la LT nel punto di rottura R, a 6,2 m a destra della casa, e da lì l'ombra continua sul terreno.

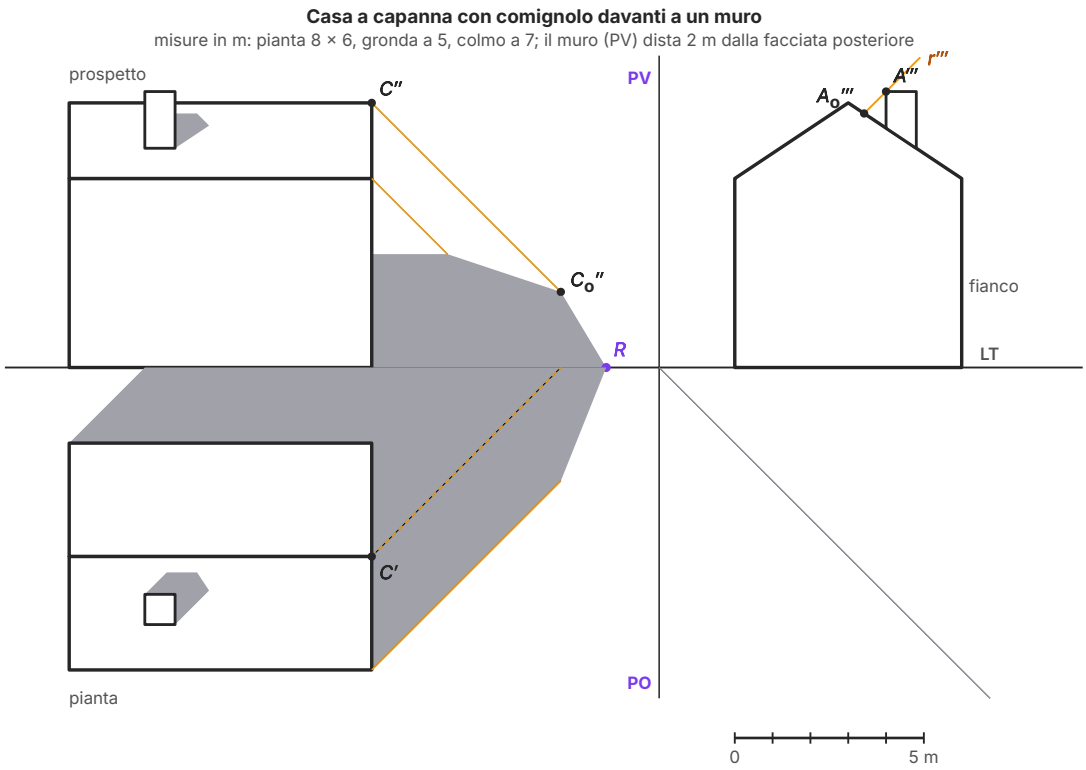


Figura 2.6 Casa a capanna con un comignolo, in pianta, prospetto e fianco (convenzione a 45°; misure in m): pianta 8 × 6, gronda a 5, colmo a 7 parallelo alla LT; il muro dietro la casa, a 2 m, è il PV. L'ombra portata cade sul PV e sul PO e si spezza in *R*. Il comignolo (0,80 × 0,80 m, cima a 7,30 m) getta la sua ombra sulla falda anteriore: nel fianco la falda è un segmento e il raggio r''' per lo spigolo A la incontra in A_0'''.

Il **comignolo**, la parte del camino che sporge dal tetto, getta la sua ombra sulla falda: un'ombra su un piano inclinato, che si costruisce con il piano luminoso come nel cap. 1. Il modo più rapido è usare la vista in cui la falda appare come un segmento, cioè il fianco: il raggio r''' condotto dallo spigolo A della cima incontra il segmento della falda in A_0''', che dà la quota e l'aggetto dell'ombra; la larghezza si ottiene spostandosi a destra della stessa quantità di cui il raggio è sceso. Per il comignolo della figura il raggio scende di 0,58 m prima di toccare la falda: l'ombra della sua cima resta sulla falda anteriore, 0,42 m prima del colmo.

ESEMPIO SVOLTO

L'ombra di un comignolo sulla falda. La falda anteriore sale dalla gronda (aggetto 8 m, quota 5 m) al colmo (aggetto 5 m, quota 7 m): ogni metro di aggetto in meno la fa salire di 2/3 m. Lo spigolo posteriore sinistro del comignolo ha la cima in $A(6{,}00;\ 6{,}00;\ 7{,}30)$; sotto di esso la falda è alla quota $7 - (2/3) \cdot 1 \approx 6{,}33$ m.

- Scendendo di t, il raggio si sposta di t verso il colmo, dove la falda è più alta: il dislivello iniziale di $7{,}30 - 6{,}33 = 0{,}97$ m si riduce di $t + (2/3)\ t$.
- Il raggio tocca la falda quando $(5/3)\ t = 0{,}97$, cioè per $t = 0{,}58$ m: $A_o = (5{,}42;\ 5{,}42;\ 6{,}72)$.
- Gli spigoli superiori del comignolo paralleli alla LT sono paralleli anche alla falda: le loro ombre sono parallele e uguali (0,80 m). Le ombre degli spigoli verticali sono, in pianta, tratti a 45°.

Controllo nel fianco: da A''' il segmento a 45° incontra la falda nel punto di aggetto 5,42 m e quota 6,72 m. Poiché $5{,}42 > 5$, l'ombra non scavalca il colmo.

2.5.2 La torre con il tetto a padiglione

Un **tetto a padiglione** ha quattro falde che scendono verso tutti i lati dell'edificio; su una pianta quadrata le falde sono quattro triangoli che si incontrano in un vertice, come in una piramide. Per l'ombra si usa il metodo inverso del cap. 1: prima l'ombra del vertice V_o, poi le tangenti da V_o all'ombra della gronda. Se V_o cade dentro l'ombra del quadrato di gronda, il tetto non allunga l'ombra della torre: le falde sono tutte in luce, come per la piramide bassa del cap. 1. Per una torre di 4 × 4 m con la gronda a 10 m, ciò accade se il vertice sta a meno di 2 m sopra la gronda, cioè se le falde sono meno inclinate di 45°; con un tetto più ripido due falde vanno in ombra propria e la separatrice passa per il vertice.

2.5.3 Il portico contro un muro

Un portico con pilastri quadrati e una copertura piana addossato a un muro riunisce i casi già visti. Ogni pilastro getta la sua ombra sul pavimento e, se è abbastanza alto, sul muro di fondo, come il pilastro isolato; la copertura getta sul muro di fondo una fascia orizzontale alta quanto la profondità del portico, sotto la quale il muro è in ombra. Fra le ombre dei pilastri, sul pavimento e sul muro, restano le macchie di luce che entrano dalle campate: con gli archi, sono le figure traslate che hai visto per l'arco singolo.

ERRORE FREQUENTE

Una falda in luce non getta ombra su sé stessa. Un errore frequente è disegnare in ombra la falda «dalla parte opposta al sole» di un tetto a capanna anche quando è poco inclinata. Prima di campire, controlla nel fianco: se la falda è meno inclinata di r''' (45°), il raggio la colpisce, ed è in luce. In ombra propria vanno soltanto le facce rivolte verso destra o verso il PV che il raggio non raggiunge.

2.6 Le ombre in assonometria

2.6.1 Gruppi di volumi sotto il sole

In assonometria il sole si assegna, come in *Disegno e Storia dell'arte 2*, cap. 6, con la direzione del raggio r e quella della sua proiezione sul terreno r', oppure con un'asta di riferimento. L'ombra di un punto P sul terreno è l'intersezione della parallela a r per P con la parallela a r' per il piede P'. Con un gruppo di volumi il lavoro si ordina così: per ogni volume si individua la separatrice; si costruisce l'ombra portata sul terreno come se gli altri volumi non ci fossero; dove l'ombra incontra un altro volume, la si continua sulle sue facce con i raggi a ritroso (cap. 1).

Il caso più frequente è l'ombra che **sale su una parete** (Figura 2.7). Per il punto P, cima di un palo, la parallela a r' per il piede P' incontra il piede della parete nel punto di rottura R_1: fin lì l'ombra del palo sta sul terreno. Il piano verticale che contiene il raggio taglia la parete lungo la verticale per R_1; il raggio per P incontra questa verticale nell'ombra P_o. Sulla parete l'ombra del palo è dunque verticale: il palo è parallelo alla parete.

Per gli spigoli orizzontali valgono le stesse regole delle proiezioni ortogonali, con la parete al posto del PV. Uno spigolo **parallelo alla parete** vi getta un'ombra parallela e uguale. Uno spigolo **perpendicolare alla parete** vi getta un'ombra parallela alla **proiezione del raggio su una parete**, che chiameremo r'' come nelle proiezioni ortogonali, dove la parete era il PV. Se la parete è parallela al piano xz, r'' si ottiene dal raggio trascurando lo spostamento in y: con il sole della figura, che per ogni millimetro di discesa sposta l'ombra di 1 mm verso le x crescenti e di 1 mm verso le y decrescenti, r'' scende di 1 mm per ogni millimetro verso le x crescenti.

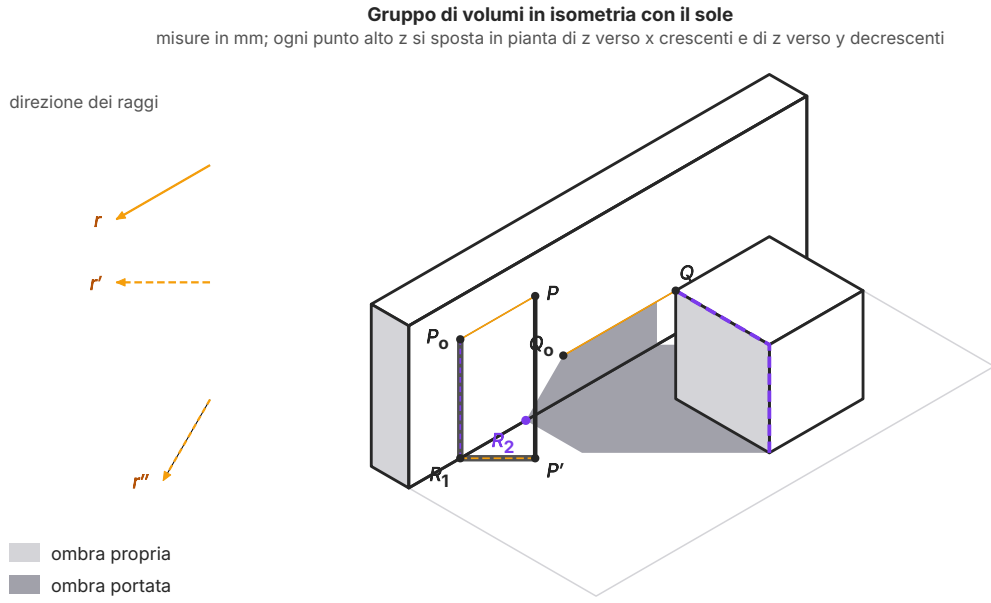


Figura 2.7 Ombre di un gruppo di volumi in isometria convenzionale, con il sole (misure in mm). Un muro di 85 × 8 × 30, un cubo di spigolo 20 con i vertici della base in (20; 12; 0) e (40; 32; 0), un palo alto 30 con il piede in (66; 8; 0). Per ogni millimetro di quota l'ombra si sposta di 1 mm verso le *x* crescenti e di 1 mm verso le *y* decrescenti. L'ombra del palo raggiunge la parete in R_1(74; 0; 0) e sale verticale fino a P_o(74; 0; 22). Lo spigolo del cubo perpendicolare alla parete getta sulla parete un tratto parallelo a *r*″, da Q_o(52; 0; 8) a R_2(60; 0; 0).

ESEMPIO SVOLTO

L'ombra di un cubo davanti a un muro (Figura 2.7). Cubo con la base tra (20; 12; 0) e (40; 32; 0), spigolo 20 mm; il muro ha la faccia nel piano $y = 0$; il sole sposta l'ombra di z verso le x crescenti e di z verso le y decrescenti.

- Separatrice: la luce viene dalle x decrescenti e dalle y crescenti; sono in ombra propria la faccia $x = 40$ (visibile) e la faccia $y = 12$ (nascosta). La separatrice è formata dagli spigoli verticali in (20; 12) e in (40; 32) e dagli spigoli superiori $y = 12$ e $x = 40$.
- Sul terreno un punto alto z va in $(x + z;\ y - z)$ se $y \geq z$; altrimenti il raggio raggiunge prima il muro, dopo essere sceso di y, nel punto $(x + y;\ 0;\ z - y)$.
- Vertici superiori: $Q(40; 12; 20)$ → muro (52; 0; 8); (20; 12; 20) → muro (32; 0; 8); (40; 32; 20) → terreno (60; 12).
- Lo spigolo superiore $y = 12$, parallelo al muro, getta sul muro un segmento orizzontale alla quota 8, da 32 a 52, lungo 20 mm come lo spigolo. Lo spigolo superiore $x = 40$, perpendicolare al muro, getta sul muro un tratto parallelo a r'' da (52; 0; 8) al punto di rottura $R_2(60; 0; 0)$, poi sul terreno un tratto parallelo a sé stesso, da (60; 0) a (60; 12).

Controllo: sul terreno l'ombra ha i vertici (20; 12), (32; 0), (60; 0), (60; 12), (40; 32); sul muro è il trapezio (32; 8), (52; 8), (60; 0), (32; 0).

Le stesse regole servono per le altre ombre dell'architettura in assonometria. Su una **scala**, l'ombra di un palo verticale procede a gradini: sulle pedate segue la direzione di r', sulle alzate che guardano verso la luce è parallela al palo, cioè verticale. Sotto un **portico** con pilastri e copertura piana, o sotto una campata «alla Brunelleschi» con quattro sostegni e una copertura, il pavimento è in luce soltanto dove il raggio, risalendo, esce da sotto la copertura prima di raggiungerne la quota: lì entrano le macchie di sole, tagliate dalle ombre dei pilastri.

2.6.2 Un lampione nella piazza

Con una sorgente propria i raggi escono tutti da L e le loro proiezioni sul terreno dal piede L' (*Disegno e Storia dell'arte 2*, cap. 6). L'ombra di un palo che sale su una parete si costruisce come con il sole, cambiando soltanto le direzioni (Figura 2.8): la retta $L'P'$ incontra il piede della parete nel punto di rottura R; la verticale per R incontra la retta LP nell'ombra P_o. Per il palo della figura, alto 22 mm con il piede a 18 mm dal muro, e la lampada alta 40 mm a 45 mm dal muro, la retta $L'P'$ raggiunge il muro dopo $45/27 \approx 1{,}67$ volte la distanza $L'P'$, e alla stessa frazione il raggio è sceso da 40 a $40 - 18 \cdot 1{,}67 = 10$ mm: l'ombra sale sul muro fino alla quota 10.

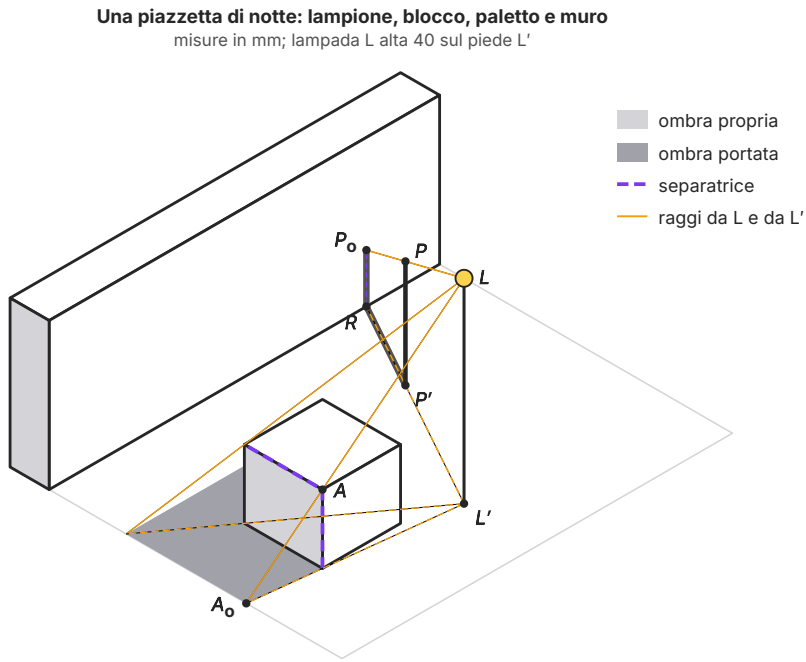


Figura 2.8 Ombre di una sorgente propria in isometria convenzionale (misure in mm): lampada $L(40; 45; 40)$ con il piede L'; un blocco di 16 × 16 × 14 con la base tra (50; 26; 0) e (66; 42; 0); un paletto alto 22 con il piede in (25; 18; 0); un muro nel piano $y = 0$. Le ombre si irradiano da L'. L'ombra del paletto raggiunge il muro in $R(15; 0; 0)$ e sale fino a $P_0(15; 0; 10)$. Il vertice $A(66; 42; 14)$ ha l'ombra $A_0(80; 40{,}4)$: gli spigoli superiori del blocco gettano ombre parallele ma più lunghe, nel rapporto 40 : 26.

C'è una differenza importante rispetto al sole. Uno spigolo orizzontale ha sul terreno un'ombra ancora **parallela** a sé stesso, ma **più lunga**: i raggi che passano per i suoi punti formano un triangolo con il vertice in L, e l'ombra è ingrandita nel rapporto tra l'altezza della lampada e la sua altezza sopra lo spigolo. Per il blocco della figura, alto 14 mm sotto una lampada alta 40 mm, il rapporto è $40 : (40 - 14) = 40 : 26 \approx 1{,}54$: lo spigolo di 16 mm getta un'ombra di circa 24,6 mm. In matematica la trasformazione che lega lo spigolo alla sua ombra è un'omotetia con centro in L: con il sole, invece, è una traslazione.

COLLEGAMENTI

Una luce sola: i pittori del Quattrocento. Ricordi il consiglio di Cennino Cennini (*Disegno e Storia dell'arte 2*, cap. 6): chi dipinge in una cappella dia il chiaroscuro seguendo le finestre da cui arriva davvero la luce. Nel primo Quattrocento questa indicazione di bottega diventa una scelta di metodo. Secondo la lettura più diffusa, nelle storie che dipinse nella Cappella Brancacci a Firenze, accanto a quelle di Masolino, Masaccio immaginò la scena illuminata da una sola sorgente, coerente con la finestra reale della cappella: le figure hanno l'ombra propria dalla stessa parte e gettano ombre portate sul terreno. Lo vedrai nel cap. 7. Una luce unica e una direzione costante sono le stesse ipotesi della teoria delle ombre: per questo, guardando le ombre di un dipinto, si può spesso capire da dove il pittore ha immaginato la luce.

SINTESI

- Nel prospetto ombreggiato le ombre a 45° mostrano le profondità: sul muro (il PV) ogni punto getta l'ombra spostata in basso e a destra della sua sporgenza.
- Mensole, cornici, balconi, pensiline: sotto e a destra fasce d'ombra larghe quanto la sporgenza, chiuse agli angoli da tratti a 45°; una cornice continua dà solo la fascia orizzontale.
- Dietro un parapetto pieno alto h il pavimento è in luce solo a più di h dalle facce interne dei parapetti frontale e sinistro.
- Un pilastro staccato dal muro getta l'ombra sul terreno, che si spezza sulla LT nei punti di rottura e sale verticale sul muro.
- Finestre e nicchie rettangolari: sul fondo, due fasce a sinistra e in alto larghe quanto la profondità; nella nicchia semicircolare lo stipite getta l'ombra sulla generatrice di fondo, abbassata del raggio, e l'architrave una curva costruita per punti.
- Su una scala che sale verso sinistra ogni gradino getta sulla pedata sottostante una striscia larga quanto l'alzata, e sul muro un triangolo a 45°.
- Un arco getta sul muro di fondo un semicerchio uguale, traslato della sua distanza dal muro; con lo spessore, la luce passa solo nella parte comune alle ombre dei due spigoli.
- L'ombra di un abaco quadrato su un fusto è, in prospetto, un tratto a 45° e un arco di raggio uguale al fusto, con il centro sull'asse a distanza a sotto l'abaco.
- Le falde meno inclinate di 45° sono in luce (si controlla nel fianco); l'ombra di un comignolo sulla falda si trova nella vista in cui la falda è un segmento.
- In assonometria l'ombra che sale su una parete si trova con r' fino al piede della parete (punto di rottura) e la verticale fino al raggio; gli spigoli perpendicolari alla parete vi gettano ombre parallele a r''.
- Con una lampada le proiezioni dei raggi escono da L'; l'ombra di uno spigolo orizzontale è parallela ma ingrandita (omotetia di centro L), mentre con il sole è uguale (traslazione).

ESERCIZI

Comprendere e ricordare

1. ● In un prospetto ombreggiato con la convenzione a 45°, la fascia d'ombra sotto una cornice alta 0,25 m che sporge 0,35 m dal muro è alta:
   A. 0,25 m
   B. 0,35 m
   C. 0,60 m
   D. 0,35 · √2 ≈ 0,49 m

2. ● Rispetto all'elemento sporgente che la produce, con la convenzione a 45° l'ombra sul muro della facciata sta:
   A. sopra e a sinistra
   B. sopra e a destra
   C. sotto e a sinistra
   D. sotto e a destra

3. ● Su una scala addossata a un muro che sale verso sinistra, l'ombra che ogni gradino getta sulla pedata del gradino inferiore è una striscia larga:
   A. quanto l'alzata
   B. quanto la pedata
   C. quanto la larghezza della scala
   D. metà dell'alzata

4. ●● In una nicchia semicircolare di raggio R, l'ombra dello stipite di sinistra cade:
   A. sullo stipite di destra
   B. sul piano della nicchia soltanto
   C. sulla generatrice di fondo, abbassata di R
   D. sulla generatrice di fondo, alla stessa quota

5. ●● In prospetto, l'ombra dello spigolo anteriore di un abaco quadrato su un fusto cilindrico è, con la convenzione a 45°:
   A. un segmento a 45°
   B. un arco di circonferenza di raggio uguale a quello del fusto
   C. un segmento orizzontale
   D. un'ellisse con l'asse maggiore verticale

6. ●● In una casa a capanna con il colmo parallelo alla LT, una falda inclinata di 30° sul terreno, con la convenzione a 45°:
   - **A.** è in luce, perché meno inclinata di *r*'''
   - **B.** è in ombra propria se è rivolta verso il PV
   - **C.** è in luce solo se è rivolta verso il davanti
   - **D.** è in ombra portata del colmo

7. ● In assonometria, sotto il sole, l'ombra di un palo verticale su una parete verticale è:
   - **A.** parallela a *r*'
   - **B.** parallela a *r*
   - **C.** orizzontale
   - **D.** verticale

8. ●● In assonometria, uno spigolo orizzontale perpendicolare a una parete getta sulla parete un'ombra:
   - **A.** parallela e uguale allo spigolo
   - **B.** verticale
   - **C.** parallela alla proiezione del raggio sulla parete, *r*''
   - **D.** parallela a *r*'

9. ●● Una lampada è alta 40 cm sul tavolo. Lo spigolo superiore orizzontale di una scatola alta 10 cm, lungo 12 cm, getta sul tavolo un'ombra:
   - **A.** parallela e lunga 12 cm
   - **B.** parallela e lunga 16 cm
   - **C.** perpendicolare e lunga 12 cm
   - **D.** parallela e lunga 48 cm

Lessico e norme

10. ● Completa. In un prospetto _____ le ombre mostrano le profondità: la fascia d'ombra sotto un balcone è alta quanto la sua _____ . Le due superfici di un gradino si chiamano _____ (orizzontale) e _____ (verticale). Nel tetto a capanna le falde si incontrano lungo il _____ e terminano in basso sulla linea di _____ .

11. ● Vero o falso? Correggi le affermazioni false. a) Una cornice continua lungo tutta la facciata getta un'ombra con due tratti a 45° alle estremità di ogni campata. b) Nella nicchia rettangolare lo stipite di sinistra getta sul fondo una fascia larga quanto la profondità della nicchia. c) Le facce in ombra propria di una mensola si vedono in prospetto. d) Un arco getta sul muro di fondo parallelo un semicerchio uguale e traslato. e) Con una lampada, l'ombra di uno spigolo orizzontale sul terreno è parallela e uguale allo spigolo. f) Una falda inclinata di 50° sul terreno e rivolta verso destra può essere in ombra propria.

12. ● Abbina ogni termine alla sua definizione. Termini: a) mensola; b) strombatura; c) davanzale; d) pensilina; e) comignolo; f) parapetto. Definizioni: 1) parte del camino che sporge dal tetto; 2) lastra sottile che sporge dal muro sopra una porta; 3) elemento sporgente dal muro, che sostiene o decora; 4) spalle oblique di un'apertura, che la allargano verso l'esterno o verso l'interno; 5) lastra su cui poggia la finestra; 6) muretto o ringhiera di protezione di un balcone.

13. ● Spiega, con le parole e un piccolo schizzo, perché in un prospetto ombreggiato basta misurare l'ombra di un elemento per conoscerne la sporgenza, e perché questo vale soltanto con la convenzione a 45°.

14. ● Che cosa indica, in assonometria, la retta r''? Per quali spigoli serve, e perché nelle proiezioni ortogonali la conoscevi già?

15. ●● Completa. Con una sorgente propria L alta H, uno spigolo orizzontale alla quota h getta sul terreno un'ombra _____ allo spigolo e più lunga nel rapporto _____ ; la trasformazione è un'_____ di centro L. Con il sole l'ombra è uguale allo spigolo e la trasformazione è una _____ .

Costruire

Impaginazione delle tavole. Come nel cap. 1: foglio A4 verticale, squadratura di 190 × 277 mm, convenzione a 45°. Per gli elementi di facciata il muro è il PV: traccia la sua linea in pianta, a 140 mm dal bordo superiore della squadratura, e disegna il prospetto sopra e la pianta sotto, con le linee di richiamo; le misure sono date in metri e la scala è indicata. Per l'assonometria: isometria convenzionale, x verso il basso a sinistra, y verso il basso a destra, O a 110 mm dal bordo sinistro e a 120 mm dal bordo superiore della squadratura, misure in mm. Ombra propria con un tono chiaro, ombra portata con un tono scuro.

16. ● Una mensola larga 0,90 m sporge 0,30 m dal muro ed è alta 0,25 m, con lo spigolo inferiore alla quota 3,00 m. Disegna pianta e prospetto in scala 1 : 20 con l'ombra portata. Scrivi le coordinate (larghezza; quota) dei vertici dell'ombra, con le larghezze misurate dallo spigolo destro della mensola, e calcola l'area della parte d'ombra visibile.

17. ● Una cornice marcapiano a profilo rettangolare, alta 0,30 m e sporgente 0,45 m, corre lungo una facciata larga 12 m alla quota 4,00 m (spigolo inferiore) e termina sullo spigolo destro dell'edificio. Disegna in scala 1 : 50 il prospetto dei 4 m di destra della facciata con l'ombra. Quanto è alta, in millimetri sul foglio, la fascia d'ombra? Dove compaiono tratti a 45°?

18. ●● Un balcone largo 2,40 m sporge 1,20 m; la soletta è spessa 0,15 m e il parapetto pieno, spesso 0,10 m, è alto 1,00 m sopra il pavimento. Disegna pianta e prospetto in scala 1 : 50 con le ombre sul muro e sul pavimento del balcone. A quale quota, rispetto all'intradosso della soletta, termina in alto il tratto verticale dell'ombra a destra? Quanto misura la parte di pavimento in luce?

19. ●● Una pensilina sottile, larga 3,00 m e sporgente 1,00 m, ha l'intradosso alla quota 2,70 m e lo spessore di 0,10 m; sotto di essa c'è una porta larga 1,20 m e alta 2,40 m, al centro. Disegna il prospetto in scala 1 : 50 con l'ombra. L'ombra raggiunge il terreno? Quale parte della porta è in ombra?

20. ●● Un pilastro di 0,50 × 0,50 m, alto 3,00 m, sta davanti a un muro: larghezze da 0 a 0,50 m, aggetti da 1,00 a 1,50 m. Disegna pianta e prospetto in scala 1 : 50 con le ombre sul terreno e sul muro. Trova i punti di rottura sulla LT e scrivi i vertici dell'ombra sul muro.

21. ●● Una finestra di 1,20 × 1,60 m è aperta in un muro spesso 0,40 m; il vetro è arretrato di 0,25 m rispetto al filo esterno e le spalle sono perpendicolari al muro. Disegna prospetto e pianta (sezione) in scala 1 : 20 con l'ombra sul vetro e sul piano del davanzale. Quanto misura l'area d'ombra sul vetro?

22. ●● Una nicchia semicircolare ha il raggio di 0,50 m, l'altezza di 1,80 m e la copertura piana. Disegna pianta e prospetto in scala 1 : 20 e costruisci l'ombra con almeno cinque punti dell'architrave. Calcola la quota dell'ombra dello spigolo superiore sinistro e la posizione dell'ombra del punto di mezzo dell'architrave.

23. ●● Una scala addossata a un muro, larga 1,20 m, ha cinque alzate di 0,16 m e pedate di 0,30 m e sale verso sinistra. Disegna pianta e prospetto in scala 1 : 20 con le ombre. Quanto sono larghe, sul foglio, le strisce d'ombra sulle pedate?

24. ●●● Colonna con profilo semplificato: fusto di raggio 0,25 m, abaco quadrato di lato 0,70 m. Disegna in scala 1 : 10 il prospetto della parte alta della colonna e la pianta, con l'ombra dell'abaco sul fusto per punti e con la costruzione rapida (segmento a 45° e arco). A quale distanza sotto l'abaco cade l'ombra sulla generatrice anteriore? E quella dello spigolo dell'abaco? Quanto è larga la striscia d'ombra propria?

25. ●● Un arco a tutto sesto di luce 3,00 m, con l'imposta a 2,50 m e lo spessore di 0,40 m, è aperto nella parete di un portico; il muro di fondo dista 1,50 m dalla faccia interna della parete. Disegna pianta e prospetto in scala 1 : 50. Trova l'ombra della chiave sul muro di fondo e la zona illuminata che si vede attraverso l'arco.

26. ●● In isometria convenzionale disegna un muro con la faccia nel piano $y = 0$, da $x = 0$ a $x = 80$, spesso 8 e alto 30, e un cubo di spigolo 20 con i vertici della base in (25; 10; 0) e (45; 30; 0). Il sole è dato da un'asta alta 20 con il piede in (70; 30; 0) e l'ombra fino a (80; 10; 0). Costruisci le ombre del cubo sul terreno e sul muro e scrivi le coordinate dei loro vertici.

27. ●● In isometria convenzionale una lampada $L(50; 40; 40)$ illumina un paletto alto 24 con il piede in (30; 20; 0), davanti a un muro con la faccia nel piano $y = 0$. Costruisci l'ombra del paletto. Dove raggiunge il muro, fino a quale quota vi sale, e dove sarebbe finita sul terreno senza il muro?

Leggere il disegno

28. ● Osserva la Figura 2.1. Verifica con le misure della didascalia che le fasce d'ombra della mensola e del balcone sono larghe quanto le sporgenze. Perché il pavimento del balcone è quasi tutto in ombra, e perché la striscia in luce sta a destra e lungo il muro?

29. ●● In un prospetto ombreggiato in scala 1 : 100 misuri: sotto il cornicione una fascia d'ombra di 8 mm; sotto un balcone una fascia di 11 mm; accanto a una lesena una striscia di 1,5 mm. Quanto sporgono, nella realtà, i tre elementi? Perché, senza le ombre, il prospetto non ti avrebbe dato queste misure?

30. ●● Osserva la Figura 2.4. Perché il semicerchio che delimita la luce sul muro di fondo è traslato di 2,50 m e non di 2,00 m? Che cosa cambierebbe se l'arco non avesse spessore?

31. ●● Osserva la Figura 2.6. Nel fianco, a che cosa serve il segmento a 45° per A_o'''? Se la cima del comignolo fosse alla quota 8,00 m, dove cadrebbe l'ombra di A? E se fosse ancora più alta?

32. ● Osserva la Figura 2.8. Misura il rapporto tra l'ombra dello spigolo superiore anteriore del blocco e lo spigolo stesso e confrontalo con quello della didascalia. Perché le ombre del blocco e del paletto non sono parallele?

Verso la verifica

33. ●●● Una torre a pianta quadrata di 4 × 4 m (larghezze da 0 a 4, aggetti da 12 a 16 m) ha i muri alti 10 m e un tetto a padiglione con il vertice sull'asse. Considera due casi: vertice a 11,50 m e vertice a 13,00 m. Per ciascuno, in scala 1 : 200, disegna pianta e prospetto, trova V_o, stabilisci quali falde sono in luce e disegna l'ombra portata sul terreno. In quale caso il tetto allunga l'ombra della torre, e perché?

34. ●●● In isometria convenzionale, una campata di portico ha quattro pilastri di 6 × 6 mm alti 30 mm agli angoli di un quadrato di 40 × 40 mm (con un vertice in O) e una copertura piana di 40 × 40 × 5 mm (quote 30–35). Il sole sposta l'ombra, per ogni mm di quota, di 0,5 mm verso le x decrescenti e di 0,5 mm verso le y crescenti. Costruisci l'ombra della copertura sul terreno e indica la parte del pavimento della campata raggiunta dal sole, trascurando i pilastri; poi aggiungi le ombre dei pilastri.

35. ●●● In 12–15 righe spiega a un compagno come si costruisce il prospetto ombreggiato di una facciata con una cornice, due balconi e una fila di finestre, e che cosa permette di leggere che il semplice prospetto non dice. Usa almeno un esempio numerico.

PER APPROFONDIRE

- [DOC] M. Docci, R. Migliari, *Scienza della rappresentazione*: la teoria delle ombre applicata agli elementi architettonici, con le costruzioni dell'ombra nelle nicchie e sui capitelli.
- [GOM] E. H. Gombrich, *La storia dell'arte*: osserva come i pittori del Quattrocento usano una sola luce e le ombre portate per dare corpo allo spazio.

Glossario del capitolo

Alzata
Superficie verticale di un gradino; la sua altezza è il dislivello tra due pedate.

Colmo
Linea più alta di un tetto, in cui si incontrano due falde.

Comignolo
Parte del camino che sporge dal tetto.

Cornice marcapiano
Fascia sporgente che corre lungo una facciata e ne segna i piani; getta sul muro una fascia d'ombra continua alta quanto la sporgenza.

Davanzale
Lastra orizzontale che chiude in basso il vano di una finestra, spesso sporgente dal muro.

Falda
Ciascuna delle superfici piane inclinate di un tetto.

Linea di gronda
Linea più bassa di una falda, lungo la quale l'acqua piovana lascia il tetto.

Mensola
Elemento che sporge dal muro per sostenere qualcosa o per decorare; la sua ombra sul muro è una fascia a L larga quanto la sporgenza.

Nicchia
Cavità aperta nello spessore di un muro, rettangolare o semicircolare in pianta, per accogliere una statua o ritmare la parete.

Parapetto
Muretto o ringhiera che protegge il bordo di un balcone, di una terrazza o di una scala.

Pedata
Superficie orizzontale di un gradino, su cui si posa il piede.

Pensilina
Lastra sottile che sporge dal muro sopra una porta o un passaggio, per ripararlo (detta anche tettoia).

Proiezione del raggio su una parete
In assonometria, la retta r'' che si ottiene proiettando il raggio luminoso sul piano di una parete: gli spigoli perpendicolari alla parete vi gettano ombre parallele a essa.

Prospetto ombreggiato
Prospetto completato con le ombre proprie e portate, costruite di solito con la convenzione a 45°: le ombre rendono leggibili le sporgenze e le rientranze della facciata.

Strombatura
Taglio obliquo delle spalle di una porta o di una finestra, che allarga l'apertura verso l'esterno o verso l'interno.

Tetto a capanna
Tetto a due falde inclinate che si incontrano lungo il colmo; sui lati corti i muri terminano a triangolo.

Tetto a padiglione
Tetto con falde inclinate verso tutti i lati dell'edificio; su una pianta quadrata le quattro falde si incontrano in un vertice.

Soluzioni

1. B. La fascia è alta quanto la sporgenza, non quanto l'elemento: ogni punto si abbassa di quanto dista dal muro.

2. D. La luce viene dall'alto e da sinistra: il raggio, verso il muro, scende e si sposta a destra.

3. A. Lo spigolo superiore dell'alzata è parallelo alla pedata sottostante e alto quanto l'alzata sopra di essa: la sua ombra si sposta di un'alzata.

4. C. In pianta r' dallo stipite incontra il semicerchio nel punto di fondo, dopo aver percorso R in larghezza: il raggio scende di R.

5. B. Il piano luminoso dello spigolo anteriore taglia il fusto in punti che, in prospetto, stanno su un arco di raggio r con il centro sull'asse, a sotto l'abaco.

6. A. Nel fianco il raggio r''' scende a 45°: una falda meno inclinata è colpita dai raggi, qualunque sia il suo orientamento.

7. D. Il palo è parallelo alla parete: la sua ombra sulla parete è parallela a esso.

8. C. È la regola dei segmenti perpendicolari al PV (ombra lungo r''), con la parete al posto del PV.

9. B. Ombra parallela, ingrandita nel rapporto $40 : (40 - 10) = 4 : 3$; $12 \cdot 4/3 = 16$ cm.

10. ombreggiato; sporgenza; pedata; alzata; colmo; gronda.

11. a) F: la cornice continua getta solo la fascia orizzontale; i tratti a 45° compaiono dove la cornice finisce. b) V. c) F: la faccia inferiore e quella di destra sono perpendicolari al PV e non si vedono in prospetto. d) V (regola delle figure parallele). e) F: è parallela ma più lunga, ingrandita nel rapporto $H : (H - h)$. f) V: è più inclinata di 45°, e il raggio r''' non la raggiunge se è rivolta dalla parte opposta alla luce.

12. a-3; b-4; c-5; d-2; e-1; f-6.

13. Traccia di risposta: con la convenzione a 45° un punto che sporge di y dal muro vi getta l'ombra spostata di y in basso e di y a destra, perché r'' e r' formano 45° con la LT e il raggio percorre la stessa distanza in altezza, in larghezza e in profondità. Quindi l'altezza della fascia sotto un elemento è la sua sporgenza. Con un'altra direzione della luce lo spostamento sarebbe proporzionale alla sporgenza ma diverso da essa: la regola di lettura «ombra = sporgenza» vale solo con i 45°.

14. Traccia di risposta: r'' è la proiezione del raggio sulla parete (o su un piano parallelo a xz), ottenuta trascurando lo spostamento perpendicolare alla parete. Serve per gli spigoli perpendicolari alla parete, la cui ombra sulla parete è parallela a r''. Nelle proiezioni ortogonali la parete era il PV e r'' era la proiezione del raggio sul PV, a 45° sulla LT.

15. parallela; $H : (H - h)$; omotetia; traslazione.

16. Larghezze da 0 a 0,90 m; tutta l'ombra sul muro (quote maggiori della sporgenza). Vertici dell'ombra (larghezza; quota): (0,90; 3,00), (0,60; 2,70), (−0,30; 2,70), (−0,30; 2,95), (0; 3,25), (0; 3,00). Fascia sotto alta 0,30 m (15 mm in scala 1 : 20), fascia a destra larga 0,30 m. Area visibile: $0{,}90 \cdot 0{,}30$ (fascia sotto, parallelogramma) + $0{,}25 \cdot 0{,}30$ (fascia a destra, parallelogramma) = 0,27 + 0,075 = 0,345 m².

17. Fascia d'ombra alta quanto la sporgenza, 0,45 m: in scala 1 : 50 è 9 mm, dalla quota 4,00 alla quota 3,55 m. Sulla facciata nessun tratto a 45°: la fascia arriva fino allo spigolo destro dell'edificio, e l'ombra della testata della cornice cadrebbe oltre lo spigolo, dove il muro non c'è più. Se la cornice finisse prima dello spigolo, la fascia si chiuderebbe a destra con un tratto verticale e due a 45°, come per la mensola.

18. Fascia sotto la soletta alta 1,20 m (24 mm), estesa da 1,20 m a destra dello spigolo sinistro fino a 1,20 m a destra dello spigolo destro. Fascia a destra larga 1,20 m; il suo tratto verticale va da 1,20 m sotto l'intradosso fino a $0{,}15 + 1{,}00 - 1{,}20 = -0{,}05$ m, cioè 0,05 m sotto l'intradosso; poi un tratto a 45°

fino alla cima del parapetto. Pavimento: in luce solo i punti a più di 1,00 m dalle facce interne dei parapetti frontale e sinistro: aggetto ≤ 1,10 − 1,00 = 0,10 m e larghezza ≤ 2,30 − 1,00 = 1,30 m. È un rettangolo di 1,20 × 0,10 m (larghezze da 0,10 a 1,30 m), lungo il muro, a destra.

19. L'ombra sul muro è una fascia alta 1,00 m sotto l'intradosso, dalla quota 2,70 alla quota 1,70 m, spostata di 1,00 m a destra; a destra della pensilina una fascia larga 1,00 m, che sale fino a 2,80 − 1,00 = 1,80 m e si chiude a 45° sullo spigolo superiore destro (quota 2,80). Non raggiunge il terreno: anche il punto più basso, a 2,70 m, sporge solo 1,00 m. Con la porta centrata (spigoli a 0,90 e 2,10 m dallo spigolo destro della pensilina), la fascia d'ombra copre la parte alta della porta tra le quote 1,70 e 2,40 m, per larghezze da 0,90 a 2,00 m; tra 2,00 e 2,10 m il limite dell'ombra è il tratto a 45° che scende dallo spigolo inferiore sinistro della pensilina, (3,00; 2,70), fino a (2,00; 1,70): lì la porta è in ombra solo sopra questa linea, che sale dalla quota 1,70 alla quota 1,80 m.

20. Separatrice: spigolo verticale posteriore sinistro (0,50; 1,00), spigolo superiore posteriore, spigolo superiore destro, spigolo verticale anteriore destro (0; 1,50). Sul terreno: dal piede (0,50; 1,00) a 45° fino a R_1(−0,50; 0) sulla LT; dal piede (0; 1,50) a 45° fino a R_2(−1,50; 0). Sul muro (larghezza; quota): (−0,50; 0), (−0,50; 2,00), (−1,00; 2,00), (−1,50; 1,50), (−1,50; 0). La sommità orizzontale è l'ombra dello spigolo superiore posteriore (parallelo al muro), il tratto a 45° quella dello spigolo superiore destro (perpendicolare al muro).

21. Sul vetro due fasce larghe 0,25 m: verticale a sinistra, alta 1,60 m, e orizzontale in alto, lunga 1,20 − 0,25 = 0,95 m. Area: 0,25 · 1,60 + 0,25 · 0,95 = 0,40 + 0,2375 ≈ 0,64 m². Sul piano del davanzale (pianta) un triangolo rettangolo isoscele con i cateti di 0,25 m, accanto alla spalla sinistra: area ≈ 0,031 m².

22. Spigolo superiore sinistro: ombra sulla generatrice di fondo, abbassata del raggio, alla quota 1,80 − 0,50 = 1,30 m. Punto di mezzo dell'architrave: il raggio scende di 0,50 · 0,707 ≈ 0,35 m; ombra 0,35 m a destra dell'asse, alla quota ≈ 1,45 m. Altri punti (larghezza dell'architrave → larghezza e quota dell'ombra): 0,25 → (−0,21; 1,34); −0,25 → (−0,46; 1,59); −0,50 → (−0,50; 1,80), dove l'ombra si annulla. La fascia verticale dalla generatrice di fondo allo stipite sinistro è in ombra fino al piano; sul piano, in pianta, il segmento circolare oltre la corda a 45° dallo stipite al punto di fondo.

23. Strisce larghe quanto l'alzata, 0,16 m: in scala 1 : 20 sono 8 mm. Ogni striscia va dal muro fino a 0,16 m dal bordo anteriore della pedata, dove si chiude con un tratto a 45°; sul muro, sopra ogni pedata, un triangolo rettangolo isoscele con i cateti di 0,16 m. A destra della scala, sul terreno, la stessa striscia e lo stesso triangolo per la prima alzata.

24. a = 0,35 m, r = 0,25 m. Generatrice anteriore (e contorno sinistro): $a - r$ = 0,10 m sotto l'abaco. Ombra dello spigolo S: $a - 0{,}707\,r \approx 0{,}35 - 0{,}18$ = 0,17 m sotto l'abaco, sulla generatrice a 0,18 m a sinistra dell'asse. Arco di raggio 0,25 m con il centro sull'asse 0,35 m sotto l'abaco; segmento a 45° dal contorno sinistro a S_0''. Separatrice a 0,18 m a destra dell'asse; striscia d'ombra propria larga 0,25 − 0,18 ≈ 0,07 m (7 mm in scala 1 : 10).

25. Lo spigolo anteriore dista 1,50 + 0,40 = 1,90 m dal muro: la chiave (quota 2,50 + 1,50 = 4,00 m) ha l'ombra 1,90 m più in basso e a destra, alla quota 2,10 m, 1,90 m a destra dell'asse, dietro la parete. Luce sul muro di fondo: parte comune alle ombre dei due spigoli, dalla larghezza 1,50 − 1,90 = −0,40 m a −1,50 − 1,50 = −3,00 m (2,60 m = 3,00 − 0,40). Attraverso l'arco si vede la zona da −0,40 a −1,50 m (1,10 m), dal pavimento fino al semicerchio dello spigolo anteriore traslato (centro a −1,90 m, quota 0,60 m, raggio 1,50 m): alla larghezza −0,40 m è alta 0,60 m, sullo stipite destro ≈ 2,05 m. In pianta, il parallelogramma di luce sul pavimento è largo 2,60 m.

26. L'asta dice che per ogni mm di quota l'ombra si sposta di 0,5 mm verso le x crescenti e di 1 mm verso le y decrescenti. Separatrice come nell'esempio svolto (in ombra propria le facce x = 45 e y = 10). Vertici superiori: (25; 10; 20) → muro (30; 0; 10); (45; 10; 20) → muro (50; 0; 10); (45; 30; 20) → terreno (55; 10). Ombra sul terreno: (25; 10), (30; 0), (55; 0), (55; 10), (45; 30), più la base. Ombra sul muro: (30; 0; 0),

(30; 0; 10), (50; 0; 10), (55; 0; 0): lo spigolo superiore $x = 45$ tocca il muro in (55; 0; 0), punto di rottura.

27. La retta $L'P'$ va da (50; 40) verso (30; 20) e raggiunge il muro ($y = 0$) a una distanza da L' doppia di $L'P'$, in $R(10; 0; 0)$; a quel punto il raggio LP è sceso di $2 \cdot (40 - 24) = 32$: l'ombra sale sul muro, verticale, fino alla quota $40 - 32 = 8$. Sul terreno l'ombra è lunga $\sqrt{(20^2 + 20^2)} \approx 28{,}3$ mm. Senza muro sarebbe finita a una distanza da L' uguale a $40/16 = 2{,}5$ volte $L'P'$, in (0; −10; 0).

28. Mensola: fasce di 0,40 m sotto e a destra, quanto la sporgenza; balcone: fascia di 1,50 m. Il parapetto è alto 1,00 m: un punto del pavimento è in luce solo se il raggio, salendo verso la sorgente, esce dal balcone dopo essere salito di più di 1,00 m, cioè se dista più di 1,00 m dalla faccia interna del parapetto frontale e di quello sinistro. Il balcone è profondo 1,40 m all'interno e largo 1,80 m: restano in luce solo i punti a meno di 0,40 m dal muro e a meno di 0,80 m dal parapetto destro, cioè la striscia a destra lungo il muro (la luce viene da sinistra e dal davanti).

29. Le sporgenze sono uguali alle larghezze delle ombre: cornicione 8 mm · 100 = 0,80 m; balcone 1,10 m; lesena 0,15 m. Il prospetto è una proiezione sul piano della facciata: mostra larghezze e altezze ma non le distanze dal muro, che si leggerebbero solo in pianta o in fianco. Con la convenzione a 45° l'ombra trasforma ogni sporgenza in una larghezza visibile sul prospetto.

30. La luce deve passare per tutti e due gli spigoli dell'apertura; lo spigolo anteriore è il più lontano dal muro (2,00 + 0,50 = 2,50 m) e la sua ombra, più spostata, delimita la parte comune nella zona che si vede attraverso l'arco. Senza spessore ci sarebbe un solo spigolo, a 2,00 m: il semicerchio sarebbe traslato di 2,00 m e la zona illuminata sarebbe più ampia (al piede del muro da 0 a −4,00 m invece che da −0,50 a −4,00 m).

31. Nel fianco la falda è un segmento (il piano della falda è perpendicolare al PL): il raggio r'''', a 45°, la incontra direttamente, e si leggono aggetto e quota dell'ombra senza costruzioni ausiliarie. Con la cima a 8,00 m: dislivello 8,00 − 6,33 = 1,67 m, $t = 0{,}6 \cdot 1{,}67 \approx 1{,}00$ m, ombra all'aggetto 6,00 − 1,00 = 5,00 m, cioè proprio sul colmo (quota 7,00). Più in alto, il raggio scavalca il colmo e l'ombra cade sulla falda posteriore, che il raggio raggiunge perché scende più ripido di essa.

32. Spigolo di 16 mm, ombra di ≈ 24,6 mm: rapporto ≈ 1,54 = 40 : 26 (lampada alta 40, spigolo alto 14). Le ombre sono le proiezioni dei raggi che escono da L': hanno direzioni diverse, come i raggi di una ruota con il mozzo in L'; sarebbero parallele solo con una sorgente impropria.

33. Vertice $V(2; 14; z)$. Ombra del quadrato di gronda (quota 10): traslato di 10, larghezze da −10 a −6, aggetti da 2 a 6 (tutta sul PO). **Vertice a 11,50 m**: V_o = (2 − 11,5; 14 − 11,5) = (−9,5; 2,5), dentro il quadrato d'ombra della gronda. Le falde salgono di 1,5 m su 2 m, meno di 45°: sono tutte in luce. Separatrice lungo lo spigolo verticale posteriore sinistro (4; 12), la gronda posteriore, la gronda destra, lo spigolo verticale anteriore destro (0; 16). Ombra: (4; 12), (−6; 2), (−10; 2), (−10; 6), (0; 16), con la base; il tetto non allunga l'ombra. **Vertice a 13,00 m**: le falde salgono di 3 m su 2 m, più di 45°; la falda di destra e quella posteriore vanno in ombra propria. V_o = (−11; 1), fuori dal quadrato: separatrice dallo spigolo posteriore sinistro alla gronda in (4; 12; 10), poi lungo lo spigolo di falda fino a V, poi fino a (0; 16; 10) e giù lungo lo spigolo anteriore destro. Ombra: (4; 12), (−6; 2), (−11; 1), (−10; 6), (0; 16), con la base: il tetto ripido allunga l'ombra con una punta.

34. Ombra dell'intradosso (quota 30): quadrato traslato di (−15; +15), da (−15; 15) a (25; 55); dell'estradosso (quota 35): traslato di (−17,5; +17,5), da (−17,5; 17,5) a (22,5; 57,5). Ombra della copertura: l'esagono (−15; 15), (25; 15), (25; 55), (22,5; 57,5), (−17,5; 57,5), (−17,5; 17,5). Un punto del pavimento $(x; y)$ della campata è raggiunto dal sole se il raggio, risalendo fino alla quota 30, arriva in $(x + 15; y - 15)$ fuori dalla copertura: cioè se $x > 25$ oppure $y < 15$. È in luce una fascia a L lungo i due lati della campata verso $x = 40$ e verso $y = 0$. Le ombre dei pilastri partono dai loro piedi nella direzione di r' e, dentro questa fascia, la tagliano con strisce larghe quanto i pilastri; più in là si confondono con l'ombra della copertura (per

esempio il pilastro in (34–40; 0–6) ha la cima in ombra in (19–25; 15–21)).

35. Traccia di risposta: muro della facciata = PV, convenzione a 45°; si disegnano pianta e prospetto con le sporgenze; per ogni elemento si cerca la separatrice e si costruiscono le ombre dei vertici spostandole in basso e a destra della sporgenza; le ombre degli spigoli paralleli al muro sono parallele e uguali, quelle degli spigoli perpendicolari sono a 45°. Esempio: una cornice che sporge 0,40 m dà una fascia di 0,40 m; un balcone che sporge 1,20 m una fascia di 1,20 m sotto e a destra; nelle finestre, con il vetro arretrato di 0,25 m, fasce di 0,25 m sulla spalla sinistra e sotto l'architrave. Il prospetto da solo mostra larghezze e altezze; con le ombre si leggono anche le profondità, e il disegno distingue ciò che sporge da ciò che rientra.