

Il testo è stato sottoposto al processo di valutazione double-blind peer review

Immagini e disegni in copertina:

- Colata di calcestruzzo all'interno dei blocchi Isotex, blocchi cassero di legno-cemento (*Isotex S.r.l.*)

- Solaio contro terra realizzato con casseri a perdere di plastica riciclata (igloo) (*Cazzaniga Costruzioni civili ed industriali S.r.l.*)

- Montaggio della facciata a cellule indipendenti del Solar Carve Tower, grattacielo sulla High Line a Manhattan (NY) – 40 Tenth Avenue (*Focchi S.p.A.*)

- Ferri di armatura e casseri per la realizzazione di una fondazione a trave rovescia (*Cazzaniga Costruzioni civili ed industriali S.r.l.*)

- Sezione verticale di una parete realizzata con blocchi Ytong e serramento di PVC con cassonetto. Solaio di latero-cemento con travetti prefabbricati di tipo tralicciato con fondello di laterizio, pacchetto per il riscaldamento a pavimento e pavimentazione realizzata con listelli di parquet (*Elaborazione di Valentina Puglisi*)

ISBN 978-88-916-3058-2

© **Copyright 2019 Maggioli S.p.A.**

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche ad uso interno e didattico, non autorizzata.

Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.

Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2008

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595

[www.maggiolieditore.it](http://www.maggiolieditore.it)

e-mail: [clienti.editore@maggioli.it](mailto:clienti.editore@maggioli.it)

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Il catalogo completo è disponibile su [www.maggiolieditore.it](http://www.maggiolieditore.it) area università

Finito di stampare nel mese di febbraio 2019 nello stabilimento Maggioli S.p.A.  
Santarcangelo di Romagna (RN)

## Capitolo 10

# GLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO VERTICALE: LE SCALE E LE RAMPE

Valentina Puglisi

Le strutture in elevazione inclinate sono strutture a piano inclinato o a gradini (rampe e scale) che consentono la circolazione verticale degli utenti all'interno dell'organismo architettonico, permettendo il collegamento tra piani posti a quote differenti<sup>279</sup>.

«La concezione strutturale e spaziale di una struttura in elevazione inclinata e la scelta della tipologia dipendono dalla funzione a cui essa è destinata, dalla sua collocazione planimetrica, dal dislivello da superare, dal numero di rampe che si rendono necessarie e, infine, dal rapporto fra alzata e pedata»<sup>280</sup>.

Gli elementi di collegamento verticale possono essere distinti in base alla tipologia in: scale, rampe e ascensori/montacarichi.

### 10.1. Le scale

Nelle costruzioni la scala è l'elemento strutturale e funzionale che serve per collegare piani posti a quote diverse. Una rampa di scale è composta da una serie di gradini (elementi discontinui orizzontali che si susseguono a quote progressivamente diverse) che permettono ad un utente il superamento di un determinato dislivello. Essa è riservata all'uso esclusivo delle persone e deve poter essere utilizzata in entrambi i sensi di marcia (ascendente e discendente).

Il posizionamento del corpo scala all'interno dell'organismo edilizio dipende dal tipo di costruzione, dalle scelte architettoniche, funzionali e strutturali. Si possono avere, quindi: scale interne, a filo esterno, seminserite ed esterne.

Il posizionamento del vano scala influenza fortemente l'illuminazione naturale della scala. La soluzione con la scala posta all'interno dell'edificio consente l'illuminazione solamente con luce artificiale; gli ultimi piani possono essere illuminati con la luce naturale tramite una

---

<sup>279</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Tecniche e architettura*, Città Studi Edizioni, Zibido San Giacomo (MI).

<sup>280</sup> Arbizzani, E. (2008), *Tecnologia dei sistemi edilizi. Progetto e costruzione. Con disegni e particolari costruttivi, immagini di cantiere e dettagli edilizi, figure e schemi funzionali*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN), pag. 361.

copertura vetrata o un lucernario, lasciando in penombra le rampe dei piani più bassi. La soluzione con la scala a filo, seminserita ed esterna consentono, invece, l'illuminazione con la luce naturale.

L'illuminazione della scala è un elemento da non trascurare al fine di consentirne l'utilizzo in piena sicurezza. Per quanto possibile è necessario evitare zone d'ombra e fenomeni dovuti all'abbagliamento<sup>281</sup>.

Di seguito vengono riportati alcuni elementi identificativi delle scale che fanno riferimento alla norma UNI 10803 del gennaio 1999<sup>282</sup>:

- *pedata*: è la distanza in proiezione ortogonale tra due gradini successivi, misurata da spigolo anteriore e spigolo anteriore successivo;
- *alzata*: è la differenza di altezza che intercorre tra due gradini successivi o tra un gradino e il pianerottolo successivo;
- *gradino d'invito*: è il primo gradino della prima rampa, generalmente più ampio degli altri;
- *gradino di partenza*: è il primo gradino alla base della scala;
- *gradino intermedio*: è il gradino compreso tra il gradino di partenza e il gradino di sbarco;
- *gradino di sbarco* (caposcala o stangole): è l'ultimo gradino al termine superiore della scala;
- *gradino a ventaglio*: di forma irregolare, consente la rotazione delle rampe;
- *pianerottolo*: è l'elemento orizzontale posto all'estremità della rampa e permette l'interruzione o il cambiamento di direzione;
- *larghezza della scala*: corrisponde alla larghezza completa della rampa, comprese le strutture laterali (corrimano). Non sempre corrisponde alla larghezza di passaggio utile;
- *senso di percorrenza*: è sempre definito come ascensionale ed è indicato in pianta con una linea continua che termina con una freccia. Può essere orario o antiorario;
- *numerazione delle alzate*: nei progetti esecutivi ciascuna alzata viene numerata in progressione a partire dal gradino di partenza. I numeri devono essere scritti in prossimità dello spigolo anteriore del relativo gradino;
- *rampa*: è la serie di gradini sviluppati ed assemblati con continuità;
- *altezza di piano*: è la distanza misurata dal piano del gradino, sullo spigolo esterno, all'intradosso della rampa sovrastante

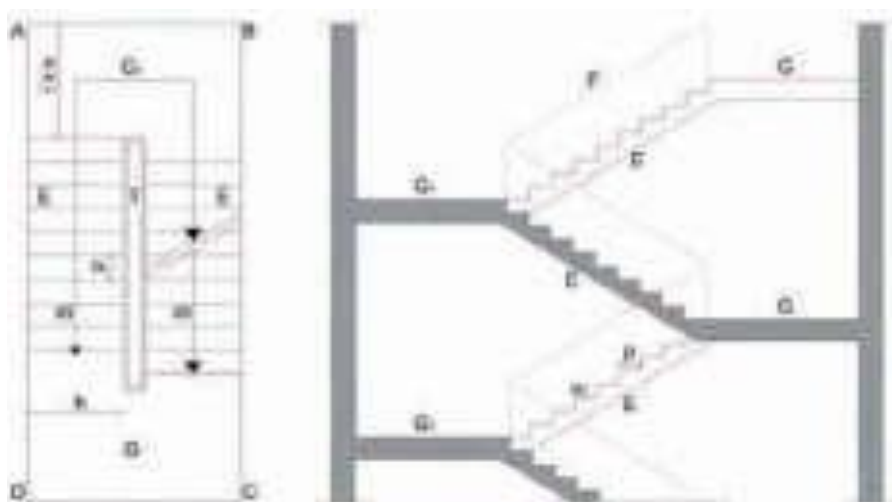
---

<sup>281</sup> Cascio, S. (2012), *Scale. Progetto e calcolo delle scale di cemento armato*, Grafil, Palermo (PA).

<sup>282</sup> Norma UNI 10803:1999, *Scale prefabbricate - Terminologia e classificazione*.

(sotto rampa). Per limitare la possibilità di urti accidentali è opportuno che nel vano scala non siano presenti ostacoli e che il passaggio utile (altezza) sia superiore a 210 centimetri;

- *altezza vano scala*: è l'altezza totale dell'interpiano, da pavimento finito a pavimento finito;
- *sottoscala*: è lo spazio vuoto che rimane sotto le rampe di una scala.



Legenda					
ABCD	Vano scala	p	Pedata	h	Larghezza rampa
E	Rampe	a	Alzata	i	Larghezza pianerottolo
G	Pianerottolo d'arrivo	T	Tromba scala		
G <sub>1</sub>	Pianerottolo intermedio	S	Linea di salita	F	Parapetto

Fig. 10.1: La nomenclatura delle scale.

Una scala può essere composta da più rampe e può essere divisa da pianerottoli di diversa forma (quadrati, rettangolari, semicircolari, ecc.). Le scale possono essere realizzate con i materiali utilizzati nella tradizione costruttiva: legno, pietra, acciaio, alluminio, calcestruzzo, vetro, ecc.

Le classi di unità tecnologiche delle partizioni inclinate rappresentano le componenti del sistema edilizio che hanno la funzione di collegare spazi e unità ambientali posti a quote diverse. La norma UNI 0051<sup>283</sup> classifica le partizioni inclinate nelle seguenti classi di elementi tecnici:

<sup>283</sup> Norma UNI 0051:1980, *Classi di unità tecnologica di partizioni interne ed esterne*.

- partizione interna inclinata: scale e rampe interne;
- partizione esterna inclinata: scale e rampe esterne.

### 10.1.1. Le scale interne

In architettura si possono distinguere diverse tipologie di scale interne a seconda del loro sviluppo planimetrico<sup>284</sup>:

- *scala dritta*: a una rampa;
- *scala "a L"*: è formata da due rampe poste perpendicolarmente. Può essere o meno dotata di un gradino di invito;
- *scala a doppia rampa o ad "anima"*: è un tipo di scala costituita da due rampe parallele che si sviluppano poggiando sui muri perimetrali del vano scala e sul muro di spina. Ogni rampa arriva e parte dallo stesso pianerottolo. Si tratta di una scala economica che costituisce la tipologia più diffusa fino all'avvento del calcestruzzo armato;
- *scala a tre rampe*: può essere "a T" e "a U";
- *scala a pozzo*: il pozzo può essere di varie forme (rettangolare, circolare, ellittico, ecc.) e dimensioni;
- *scala a tenaglia*: è costituita da una rampa gradonata centrale cui succedono due rampe gradonate laterali parallele;
- *scala a chiocciola*: è un tipo di scala il cui percorso circolare prosegue con un andamento elicoidale. Spesso, il percorso si snoda intorno a un asse centrale verticale (piantone); altre volte, in assenza del piantone, la scala si limita a girare intorno al cosiddetto occhio. Le scale a chiocciola, vista la loro principale peculiarità di occupare meno spazio rispetto alle scale a rampe, sono state ideate in passato per accedere in cima a torri e minareti. In linea generale questa tipologia è consentita all'interno delle sole unità abitative<sup>285</sup> e non possono mai costituire un percorso di sicurezza in caso di esodo forzato dall'edificio, a causa della conformazione irregolare dei gradini che la costituiscono. Una scala a chiocciola può anche essere ottenuta sovrapponendo due rampe, ad esempio riservandone una all'ascesa e l'altra alla discesa. È questo il caso della famosa scala elicoidale del Castello di Chambord (progettata da

---

<sup>284</sup> Tronconi, O. (2008), *Tecnologia dell'architettura*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).

<sup>285</sup> D.M.LLP. 14 giugno 1989, n. 236, *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*.

Leonardo da Vinci). Le scale a chiocciola possono seguire anche un andamento a pianta quadrata.

- **scala ad ali di falco**: è una tipologia di scala aperta tipica di alcuni palazzi nobiliari settecenteschi del centro storico di Napoli<sup>286</sup>. Affacciata sul cortile, la scala ad ali di falco è caratterizzata da un virtuoso gioco di archi, volte rampanti (volta a botte zoppa, a crociera rampante e a vela rampante) e incroci spaziali. Questa composizione architettonica è di grande effetto scenografico. Esempi notevoli sono il Palazzo San Felice, il Palazzo dello Spagnolo e il Palazzo Trabucco;



**Fig. 10.2:** Facciata di un edificio con scala ad ali di falco.  
Fonte: Lenzo, F. (2010)<sup>287</sup>.














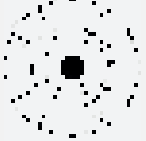
- **scala alla trapanese**: si tratta di una particolare scala sospesa di pietra monoblocco a vista, delle locali cave, tipica dell'architettura civile trapanese realizzata dall'Ottocento fino alla prima metà del Novecento. È una scala a cassa perimetrale quadrata, con i gradini di pietra autoportante a sbalzo e nucleo centrale vuoto. Nella forma più semplice è costituita da un'unica rampa di ampiezza limitata, ma può giungere a modelli con più complesse caratteristiche geometriche e formali. In qualche caso è stata realizzata anche con rampe di tipo elicoidale<sup>288</sup>;
- **scala modulare**: si chiama così perché è composta da una serie di moduli che permettono il montaggio in varie posizioni. Il montaggio risulta semplificato rispetto alle scale su misura poiché i moduli si assemblano tra loro tramite viti e bulloni. Si distingue dalle altre scale soprattutto per il costo molto competitivo. Questo sistema non è legato ad un'attenta progettazione visto che la scala è regolabile in fase di montaggio e, fornendo le misure

<sup>286</sup> Lenzo, F. (2010), "Ferdinando San Felice e l'«architettura obliqua» di Caramuel", in Curcio, G., Nobile, M. R., Scotti Tosini, A. (Eds.), *I libri e l'ingegno. Studi sulla biblioteca dell'architetto (XV-XX secolo)*, Edizioni Caracol, Palermo (PA), pag. 105.

<sup>287</sup> Lenzo, F. (2010), *Op. cit.*

<sup>288</sup> Scibilia, F. (2013), "Le scale alla trapanese nell'opera dell'architetto Francesco La Grassa", in Antista, G., Bares, M. (a cura di), *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo*, Edizioni Caracol, Palermo (PA).

dello spazio a disposizione, tramite il “configuratore scale” si può avere in tempo reale la progettazione ideale della propria scala.

 <p>Scala a una rampa con un gradino retto di invito e ripiano quadro d'angolo</p>	 <p>Scala a una rampa con gradino retto di invito e terminale e 2 ripiani quadro d'angolo</p>
 <p>Scala a 2 rampe parallele di uguale lunghezza e ripiano intermedio rettangolare</p>	 <p>Scala a 2 rampe parallele di uguale lunghezza e ripiano intermedio semicircolare</p>
 <p>Scala a una rampa rettilinea</p>	 <p>Scala curva circolare con gradini a forma trapezia</p>
 <p>Scala a 2 rampe ad angolo retto con 4 gradini a piè d'oca</p>	 <p>Scala a 2 rampe ad angolo retto e ripiano quadro d'angolo</p>
 <p>Scala a 3 rampe a U con rampa iniziale e finale parallele e rampa intermedia tra ripiani quadro d'angolo</p>	 <p>Scala a 2 rampe parallele di uguale lunghezza con 2 gradini rastremati e ripiano a doppia rastremazione</p>
 <p>Scala a 3 rampe a T con rampa mediana, ripiano quadro intermedio</p>	 <p>Scala a 4 rampe a 2 a 2 contrapposte e ripiani quadro d'angolo</p>
 <p>Scala a pozzo circolare (scala elicoidale)</p>	 <p>Scala a chiocciola</p>

**Tab. 10.1:** Alcune tipologie di scale.

Di seguito sono riportate alcune delle prescrizioni dettate dal D.M.LLP. 14 giugno 1989, n. 236<sup>289</sup> per la realizzazione dei vani scala all'interno degli edifici:

- le scale che collegano più di 2 piani devono essere aerate e illuminate dall'esterno o a mezzo di lucernario con apertura pari almeno a 0,3 m<sup>2</sup> per ogni piano servito o mediante finestre di superficie non inferiore a 0,8 m<sup>2</sup> per ogni piano servito;
- gli infissi collocati sui vani scala devono essere agevolmente apribili e pulibili;
- nei vani scala è fatto assoluto divieto di realizzare l'apertura di finestre per l'aerazione dei locali contigui.

### **10.1.2. Le scale esterne**

Nella tradizione architettonica occidentale le scale esterne possono essere<sup>290</sup>:

- *frontali*: sono collocate perpendicolarmente al prospetto principale dell'edificio;
- *parallele*: si sviluppano con una o più rampe gradonate parallele al prospetto principale dell'edificio;
- *curve*: si sviluppano con rampe gradonate curve avvolgenti il prospetto dell'edificio.

Le pedate delle scale esterne sono caratterizzate da una lieve pendenza (di 1-2 millimetri), o acquatura, che favorisce il deflusso dell'acqua piovana o di lavaggio.

I vani scala esterni all'edificio (coperti o scoperti a seconda delle necessità) sono utilizzati generalmente in quelle situazioni in cui il Regolamento Edilizio locale permette di scomputarne la superficie dal calcolo della Superficie coperta (Sc)<sup>291</sup>.

Particolare attenzione deve essere riservata alla scelta del materiale di finitura dei gradini e dei pianerottoli, preferibilmente di tipologia antisdrucchiolo, essendo questi particolarmente esposti al gelo nelle stagioni invernali.

### **10.1.3. Le scale a pioli**

Le scale fisse a pioli vengono frequentemente impiegate per l'accesso ai luoghi di lavoro sopraelevati o in profondità quali: gru, serbatoio, tralicci,

---

<sup>289</sup> D.M.LLP. 14 giugno 1989, n. 236, *Op. cit.*

<sup>290</sup> Tronconi, O. (2008), *Op. cit.*

<sup>291</sup> I vani scala sono sempre esclusi dal calcolo della Superficie Lorda di Pavimento (SLP).

ciminiere, silos, pozzi, ecc. Tali strutture sono solitamente verticali o hanno un'inclinazione non inferiore ai 75°. Strutturalmente tali scale sono costituite da una serie di pioli fissati a due montanti o direttamente murati sulla parete.

L'uso di queste scale comporta per gli utilizzatori un rischio di caduta che può essere determinata da fattori legati all'utilizzatore stesso (malore, stanchezza, manovra errata, ecc.) oppure alla scala e alle sue condizioni (cattiva installazione o manutenzione, presenza di sostanze che rendono scivolosi i pioli come grasso o ghiaccio, ecc.); in questi casi un parapetto normale risulterebbe inefficace per cui devono essere installate gabbie metalliche di protezione.

La norma legislativa che stabilisce i requisiti di sicurezza e prevenzione degli infortuni delle scale fisse a pioli è il DPR 547/55, art. 17. L'obbligo di installare gabbie di protezione è previsto per le scale di altezza superiore a 5 metri che devono essere dotate di protezione a partire da 2,5 metri di altezza misurati dal piano di inizio della scala stessa. La gabbia deve essere solida e dotata di aperture di ampiezza che non consenta la caduta del lavoratore verso l'esterno evitando di lasciare uno spazio maggiore di 60 centimetri fra i pioli e la parete opposta della gabbia; inoltre i pioli devono distare almeno 15 centimetri dalla parete alla quale sono applicati o alla quale la scala è fissata, al fine di consentire un completo e agevole appoggio del piede. Qualora risulti estremamente difficile l'installazione della gabbia, possono essere adottate misure di sicurezza alternative che garantiscono che la persona non cada per un tratto superiore ad un metro<sup>292</sup>.

I montanti e i pioli delle scale sono di norma realizzati di metallo opportunamente trattato in modo che, nel caso siano esposti alle intemperie, siano resistenti ai fenomeni di ossidazione.

I pioli devono avere sezione tale da garantire la resistenza ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo più l'eventuale carico che viene normalmente trasportato. La lunghezza dei pioli deve essere compresa tra i 35 e i 40 centimetri; questi devono essere fissati ai montanti in modo da evitare rotazioni. La distanza fra gli assi dei pioli, invece, deve essere compresa tra i 25 e i 30 centimetri.

I montanti della scala devono essere fra loro paralleli e garantire che i piedi non scivolino lateralmente.

La gabbia è costituita generalmente da anelli e barre longitudinali e deve presentare una larghezza che varia dai 60 ai 70 centimetri; mentre la distanza fra gli anelli deve essere compresa tra i 50 e i 70 centimetri. La gabbia di protezione deve continuare fino a raccordarsi con il parapetto

---

<sup>292</sup> Altri requisiti di sicurezza sono stabiliti dalla norma tecnica tedesca DIN 18799.

del piano superiore, mentre i montanti devono essere prolungati fino a un metro sopra il piano di arrivo.

Quando le scale fisse a pioli sono utilizzate per superare dislivelli notevoli è opportuno che vengano suddivise in più parti (di 8-9 metri ciascuna) realizzando dei pianerottoli intermedi per il riposo degli operatori e per ridurre al minimo i danni da eventuali cadute. Le piattaforme di sosta devono a loro volta essere munite di parapetti normali e fascia di arresto al piede, con rampe sfalsate ad ogni piano.

## 10.2. La progettazione delle scale

### 10.2.1. Il dimensionamento dei gradini

«[...] il gradino deve avere dimensioni tali da dar luogo a un triangolo rettangolo perfetto coi lati proporzionali ai numeri 3, 4, 5, ove tre rappresenta il lato proporzionale all'alzata, 4 alla pedata»<sup>293</sup>. «La pedata sia sempre doppia dell'alzata, maggiore di un piede e minore di un piede e mezzo»<sup>294</sup>. Il dimensionamento dei gradini è elemento consolidato nell'esperienza costruttiva e deriva dalla valutazione della lunghezza del passo dell'uomo in condizioni di salita: aumentando la pendenza della salita il passo dell'uomo tende ad accorciarsi.

«La lunghezza del passo naturale di un uomo che cammina in piano è di due piedi (2 x 0,324 metri), mentre l'altezza di quello che sale su una scala a pioli drizzata a piombo è di un piede. Di qui si vede come la lunghezza naturale del passo disteso su un piano è doppia dell'altezza naturale dello stesso passo in verticale. Quindi, per congiungere l'uno e l'altro come si fa in tutte le rampe, occorre che ciascuna parte in verticale sia presa in compensazione di due parti in orizzontale e che entrambi, perché risulti un passo naturale, diano insieme la lunghezza di due piedi»<sup>295</sup>. Da qui la formula più diffusa per il dimensionamento dei gradini (formula di Blondel):

$$2a + p = 62 \div 64 \text{ centimetri}$$

dove "p" è la pedata e "a" l'alzata.

Questo comporta che l'aumento della pedata corrisponda ad una riduzione dell'alzata e viceversa. Non sempre il rispetto di questo rapporto garantisce una confortevole fruizione della rampa di scale. Le

---

<sup>293</sup> Gros, P. (a cura di) (1997), *Vitruvio De Architectura II*, G. Einaudi Editore, Torino (TO).

<sup>294</sup> Palladio, A. (1990), *I quattro libri dell'architettura*, Hoepli Editore, Milano (MI).

<sup>295</sup> Blondel, J.F. (1675), *Cours d'Architecture, ou Traité de la décoration, distribution & construction des bâtiments*, Desaint, Parigi.

scale comuni oggi non possono superare i 17 centimetri di alzata e i 30 centimetri di pedata. Le scale interne a uso singolo possono avere un'alzata maggiore e una pedata inferiore<sup>296</sup>.

In genere l'alzata ha una misura compresa tra i 15 e i 20 centimetri e la pedata tra i 29 e i 31 centimetri, con una pendenza ottimale della rampa di circa 30°. Questa relazione può però variare in relazione all'impiego della scala e alla destinazione d'uso dell'edificio: pendenze inferiori vengono in genere scelte per scale all'aperto (urbane), mentre pendenze superiori vengono scelte per scale interne ad abitazioni (duplex)<sup>297</sup>.

Tipologia edificio	Alzata [cm]	Tipologia edificio	Alzata [cm]
Edifici a carattere monumentale	12,0÷15,0	Civili abitazioni	16,0÷17,5
Uffici pubblici – abitazioni signorili	14,0÷16,5	Scale di servizio	18,0÷20,0

Tab. 10.2: Valori delle alzate e delle pendenze per tipologie di edifici.

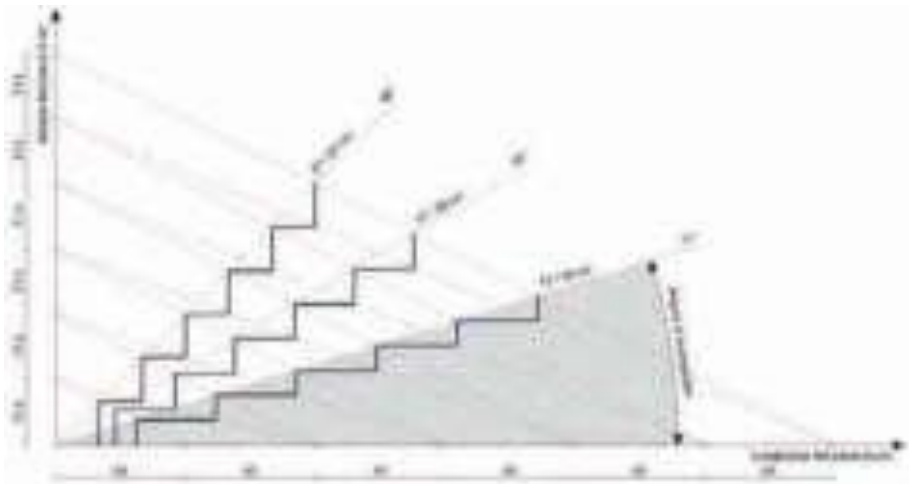


Fig. 10.3: Rappresentazione grafica del rapporto tra la pedata e l'alzata del gradino secondo la formula di Blondel e angolo di inclinazione della scala.

Per rendere ottimale l'uso delle scale è opportuno che i gradini delle rampe siano tutti uguali e che il numero di alzate consecutive di una

<sup>296</sup> Rezzonico, G. (2011), *Costruire l'abitare*, Maggioli editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN).

<sup>297</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Op. cit.*

rampa non sia superiore a 12 in interventi di nuova costruzione e 14 in interventi di riqualificazione<sup>298</sup>.

Nella realizzazione dei gradini è sempre opportuno evitare riduzioni della pedata ovvero i cosiddetti gradini a “zampa d’oca” a causa della loro evidente pericolosità.

	Pubblico <sup>(1)</sup>	Privato principale <sup>(2)</sup>	Privato secondario
<b>Larghezza minima di passaggio utile in centimetri</b>	120	80	60
<b>Pedata minima in centimetri</b>	30	25	22
<b>Rapporto alzata/pedata</b>	2A+P=62÷64	2A+P=62÷64	2A+P=60÷66
1) Ogni rampa deve avere un numero massimo di 15 gradini			
2) è possibile avere alzate tamponate solo con pedate > 25 centimetri			

**Tab. 10.3:** Dimensionamento delle scale a giorno per gradini rettilinei.

Fonte: Norma UNI 10804:1999<sup>299</sup>.

La legge sulle barriere architettoniche<sup>300</sup> richiede che la pedata sia di minimo 30 centimetri e che il rapporto tra l'alzata e la pedata rispetti la formula di Blondel.

### 10.2.2. La pendenza delle scale

La pendenza di una rampa determina lo sforzo fisico richiesto ad una persona per percorrerlo; questa deve essere quindi progettata in funzione sia delle caratteristiche dell'edificio che dei suoi utenti.

La pendenza è determinata dal rapporto tra la misura del dislivello esistente tra i piani collegati da una rampa e la misura della proiezione sul piano orizzontale della rampa stessa, nonché dal rapporto tra le dimensioni dell'alzata e della pedata. Le scale sono inclinate da 0 a 90 gradi<sup>301</sup>.

Sulla base del rapporto tra l'alzata e pedata le scale possono essere divise in diverse tipologie<sup>302</sup>:

- *scale dolci*: con alzata di circa 14/15 centimetri;
- *scale normali*: con alzata di circa 16/17 centimetri;

<sup>298</sup> Comune di Milano (2014), *Regolamento Edilizio del Comune di Milano*, Titolo II “Conformazione e dotazione degli edifici, delle unità immobiliari e norme igieniche”, Capo I “Conformazione e dotazione degli edifici, Art. 89 “Scale”.

<sup>299</sup> Norma UNI 10804:1999, *Scale prefabbricate - Rampe di scale a giorno - Dimensioni e prestazioni meccaniche*.

<sup>300</sup> D.M.LLP 14 giugno 1989, n. 236, *Op. cit.*

<sup>301</sup> Rezzonico, G. (2011), *Op. cit.*

<sup>302</sup> Tronconi, O. (2008), *Op. cit.*

- *scale pesanti*: con alzata di circa 19/22 centimetri.

I collegamenti verticali si possono classificare anche in base all'inclinazione che presentano rispetto al piano orizzontale<sup>303</sup>:

- *rampe da 0° a 15°*: si tratta di particolari collegamenti senza gradini usati per favorire l'accesso, soprattutto dall'esterno degli edifici, alle persone non abili;
- *scale da 15° a 45°*: sono la tipologia di scale più diffuse in ambienti residenziali, uffici, ecc.;



- *scale da 45° a 75°*: si tratta di scale di servizio destinate ad attività manutentive in luoghi particolari (edifici residenziali, impianti, ecc.)
- *scale da 75° a 90°*: sono le scale a pioli, utilizzate per l'accesso a particolari locali di servizio.

**Fig. 10.4:** Grafico comparativo delle diverse inclinazioni di rampa in funzione del suo uso.

Le scale comuni hanno generalmente una pendenza compresa tra i 20° e i 45° e sono più ripide quando il loro uso è privato.

Le scale esterne sono meno ripide perché lo spazio disponibile è maggiore e le condizioni atmosferiche possono creare condizioni di rischio.

Per pendenze minori ai 20° si realizzano cordunate, mentre sotto gli 8° delle rampe a pendenza continua<sup>304</sup>.

Infine le scale pesanti possono essere:

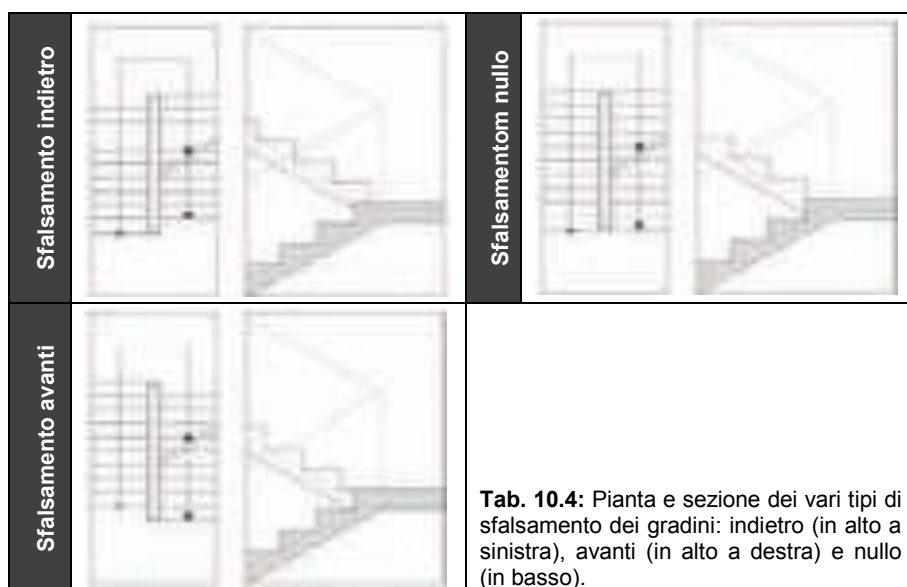
- *a pioli*: se è quasi verticale e i gradini fungono da appoggio per i piedi tanto quanto da appoggio per le mani;
- *tecniche*: se la pendenza è molto elevata (superiore ai 50°); queste scale sono previste di rado per usi occasionali di manutenzione e simili.

<sup>303</sup> Tronconi, O. (2008), *Ibidem*.

<sup>304</sup> Zevi, L., (2009), *Il nuovissimo manuale dell'architetto*, Mancosu, Roma (RM), pag. 116.

### 10.2.2.1. Le scale a gradini sfalsati

Nel progetto della scala si deve cercare di dare continuità al parapetto e all'intradosso delle rampe. A tale proposito è necessario prevedere uno sfalsamento tra l'ultima alzata della rampa d'arrivo e la prima alzata della rampa di partenza. Lo sfalsamento è la distanza tra l'ultima alzata della rampa di arrivo e la prima alzata di quella di partenza.



**Tab. 10.4:** Pianta e sezione dei vari tipi di sfalsamento dei gradini: indietro (in alto a sinistra), avanti (in alto a destra) e nullo (in basso).

L'entità dello sfalsamento dipende dallo spessore del pianerottolo (dall'intradosso al piano di calpestio) e dallo spessore della soletta strutturale della rampa (dall'intradosso alla linea intersecante gli spigoli interni dei gradini)<sup>305</sup>.

Per permettere il superamento di pendenze notevoli vengono generalmente utilizzate delle scale con gradini sfalsati, caratterizzate da gradini di forma triangolare in modo da occupare meno spazio possibile in pianta. L'utente però è costretto a iniziare la salita con un piede determinato e non può tenere più di un piede su un singolo gradino. Più raramente lo sfalsamento può essere anche di tipo orizzontale, fino a mezza pedata. In questo caso il percorso risulta costituito da una successione di gradini che si devono percorrere in modo alternato secondo un ordine preciso. Si ottiene così una riduzione allo sviluppo in

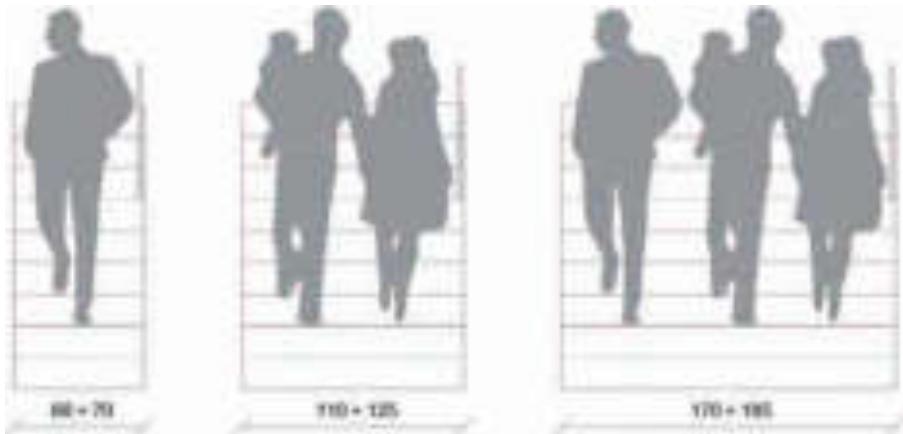
<sup>305</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Op. cit.*

pianta della rampa di scale che può arrivare alla metà della lunghezza di una scala normale.

### 10.2.3. La larghezza della rampa

Per rendere ottimale l'uso delle scale è opportuno che la larghezza della rampa sia dimensionata in funzione del numero di persone che la percorrono contemporaneamente, nello stesso senso di percorrenza o secondo i due sensi opposti, senza ostacolarsi.

La larghezza varia generalmente da un minimo di 60 centimetri (per una persona all'interno di un'abitazione) fino a 185 centimetri per permettere il passaggio di 3 persone contemporaneamente.



**Fig. 10.5:** Larghezza della rampa in funzione del numero di persone in transito (monocorrente a sinistra, a due transiti al centro e a tre transiti a destra).

Le scale la cui larghezza supera i 2 metri devono essere interrotte longitudinalmente da un corrimano intermedio. In genere, per le scale comuni in edifici multipiano la larghezza minima delle rampe è di 120 centimetri, richiesta dalla normativa antincendio per le vie di fuga.

Per coprire differenze di quote di un piano (circa 3 metri nell'edilizia residenziale) si usano scale a due rampe parallele con pianerottolo intermedio. Infatti non sarebbe possibile utilizzare una scala a una rampa unica in quanto ogni 10÷15 gradini occorre prevedere un pianerottolo di sosta<sup>306</sup>. La larghezza della rampa è definita dalla seguente formula:

$$L = l + k$$

dove:

<sup>306</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Ibidem*.

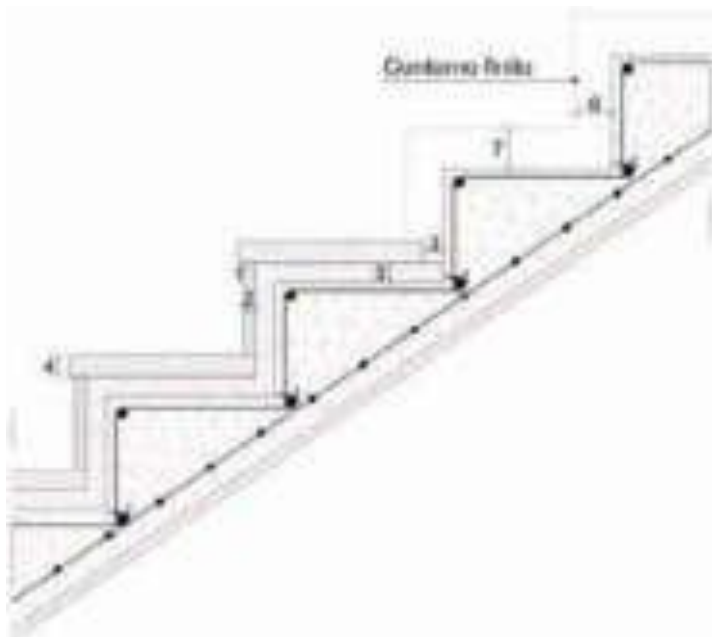
- $L$  = larghezza totale della rampa;
- $l$  = larghezza del gradino al finito;
- $k$  = larghezza del corrimano (distanza tra il piano verticale esterno della pedata e il piano verticale più esterno della rampa).

#### 10.2.4. Il pianerottolo

Il pianerottolo è un elemento piano che ha la funzione di permettere il riposo a chi percorre la scala, oppure semplicemente permette di accedere ad altre zone dell'edificio.

La profondità dei pianerottoli di riposo (sia di sbarco che intermedi) non deve mai essere inferiore a quella totale della rampa. La dimensione dei pianerottoli di arrivo dipende, inoltre, dalla collocazione delle porte di accesso agli alloggi e dell'ascensore. Nel caso di scale collocate in edifici collettivi, pubblici e privati, residenziali e non, la profondità minima ammissibile della piattaforma di distribuzione è pari a 1,5 metri; tale misura permette la fruibilità ai portatori di handicap<sup>307</sup>.

#### 10.2.5. Le opere di finitura delle scale



**Fig. 10.6:** Misure per la messa in opera del sistema di finitura su una scala di calcestruzzo armato gettato in opera (con interposta rete elettrosaldata). Rivestimento dei gradini con lastre appoggiate su uno strato di malta.

<sup>307</sup> D.M.LLP 14 giugno 1989 n. 236, *Op. cit.*

I rivestimenti delle scale devono esser realizzati con materiali aventi precisi requisiti (resistenza all'usura, agli urti, alla flessione, ecc.).

Tra questi si possono citare: il legno, il marmo, la pietra, il laterizio, la ceramica, il linoleum, la gomma, le fibre tessili naturali o sintetiche, ecc.

I pianerottoli possono essere rivestiti con gli stessi materiali impiegati per le rampe. Se i fianchi della rampa sono a muro si deve proteggere l'intonaco della muratura mediante l'installazione di un apposito battiscopa (o zoccolino), di legno o realizzato con lastre di pietra spesse 2 centimetri.



**Fig. 10.7:** Scala interna rivestita con pietra naturale.

### 10.2.5.1. La balaustra e la ringhiera

La balaustra (o parapetto) e la ringhiera sono sistemi di protezione per evitare la caduta.

La balaustra è costituita dall'assemblaggio di diversi elementi:

- il corrimano: ad andamento orizzontale;
- la base porta colonna: è un elemento complementare che ha la funzione di fissaggio inferiore delle colonne e può essere collocata anche sollevata rispetto al piano di appoggio;



Fig. 10.8: Gli elementi costituenti la balaustra.

- la colonna: è un elemento verticale formato da una serie di ringhiere aventi funzione di protezione e decorazione. È realizzata con materiali diversi ed è assemblata tra il corrimano e la base porta colonna;
- il piantone caposcala: è un elemento verticale formato da una serie di ringhiere con funzione di fissaggio del sistema balaustra. È realizzato con materiali diversi ed è collocato tra il corrimano e il piano di calpestio<sup>308</sup>.

Ringhiere e parapetti, fermo restando che debbano garantire sufficiente resistenza agli urti, devono risultare inattraversabili da una sfera del diametro di 10 centimetri<sup>309</sup>.

Per parapetti costituiti da elementi longitudinali, si devono apportare tutti gli accorgimenti tecnici atti ad impedire l'arrampicamento dei bambini. È pertanto consigliabile arretrare il corrimano rispetto all'asse della balaustra verso il piano di calpestio di almeno 15 centimetri.

I parapetti possono essere di tre tipi:

- *chiusi*: realizzati in calcestruzzo armato o con una muratura di mattoni (pieni o forati);
- *a giorno*: realizzati con profilati di ferro o di ottone (ringhiera);
- *misti*: realizzati con la parte inferiore chiusa e la parte superiore a giorno.

<sup>308</sup> Norma UNI 10803:1999, *Op. cit.*

<sup>309</sup> D.M.LLP. 14 giugno 1989, n. 236, *Op. cit.*

### 10.2.5.2. Il corrimano

Il corrimano, posto su ringhiere e balaustre, deve essere facilmente impugnabile e realizzato con materiali resistenti e non taglienti.

Le scale ad uso pubblico devono essere dotate di corrimano su entrambi i lati. Il corrimano deve avere un'altezza compresa tra i 90 centimetri e 1 metro e deve essere distante almeno 4 centimetri dal muro.

Nel caso la scala necessiti di un ulteriore corrimano (per luoghi spesso frequentati da bambini), questo deve essere posto ad una altezza di 75 centimetri da terra.

### 10.2.6. La rappresentazione grafica delle scale

Le informazioni convenzionali minime da rappresentare nel disegno di una scala sono: le quote altimetriche e planimetriche, i piani di sezione, il verso di salita (rappresentato attraverso una freccia) e il numero di alzate (solo per il progetto esecutivo).

In accordo con la concezione che la pianta è una sezione orizzontale collocata a 1,2 metri da terra, nella pianta di un pian terreno devono essere indicati i gradini fino a tale quota. Una linea inclinata di circa 45 gradi che ne interrompe la rappresentazione indica che la scala continua al piano superiore. Oltre alla doppia linea, i gradini possono essere omessi o rappresentati con la linea tratteggiata.



**Fig. 10.9:** La rappresentazione grafica delle scale ai diversi piani. A sinistra piano terra, al centro piano tipo e a destra ultimo piano di un edificio.

Nella pianta dei piani successivi (piano tipo) bisogna rappresentare la rampa che dal livello sottostante congiunge il piano in questione, tagliata a 1,2 metri dal livello del piano che si vuole rappresentare. Questa volta deve essere riportata una doppia linea inclinata oltre la quale si devono riportare i gradini della rampa sottostante, cioè quella che dal piano terra

arriva al primo piano (quella omessa nella rappresentazione del piano terra). Due frecce (una per ogni rampa) indicano il senso di salita delle rampe.

Nella pianta dell'ultimo livello la scala deve essere rappresentata per intero in quanto è collocata tutta al di sotto del piano di sezione (collocato alla quota di 1,2 metri). Una sola freccia indica il senso di salita della rampa<sup>310</sup>.

### **10.3. La struttura delle scale**

Storicamente le scale degli edifici erano costruite di legno, pietra o laterizio ed erano incastrate tra due muri portanti.

La scarsa resistenza dei materiali impediva di avere larghezze del gradino rilevanti, mentre gli elevati costi costruttivi costringevano a ridurre lo spazio disponibile per le scale; dovendo comunque superare il dislivello tra i piani, i costruttori si trovavano costretti ad aumentare a dismisura la pendenza delle rampe. Questo tipo di scala è tuttavia obsoleto, essendosi affermate le scale adiacenti a una sola parete. È d'altronde possibile realizzare scale portate dai soli pianerottoli a cui sono vincolati, senza necessità di pareti perimetrali.

Una ulteriore classificazione si può anche fare tra scale a gradini portanti o a gradini non portanti: nelle prime i gradini sono progettati e costruiti come delle piccole travi sporgenti da muri o da travi a ginocchio; nelle seconde la rampa è concepita come un solaio, vincolato ai pianerottoli o ai muri laterali, e calcolato come una piastra.

Nella maggior parte degli edifici, la scala trova spazio in un vano apposito (chiamato anche gabbia) che presenta generalmente una pianta rettangolare che occupa lo spazio sufficiente ad accogliere due rampe di scale parallele, oppure può occupare in pianta un'area quadrata di dimensione sufficiente affinché la scala giri intorno a un pozzo centrale (scala a pozzo) che accoglie nella maggior parte dei casi l'ascensore.

---

<sup>310</sup> Bini, M. (2002), *Tecniche grafiche e rappresentazione degli elementi dell'architettura*, Alinea, Firenze (FI).

In base alle caratteristiche della struttura statica, le scale si possono distinguere in<sup>311</sup>:

- *scale appoggiate*: le rampe gradonate sono sostenute da travi disposte parallele ai lati lunghi delle rampe;
- *scale a sbalzo*: i gradini delle rampe sono da un lato innestati nei muri d'ambito o in travi perimetrali e, dall'altro, sono lasciati senza sostegno alcuno.

Le scale possono essere realizzate con materiali diversi e con diverse tecniche a seconda che la struttura venga realizzata di cemento armato gettato in opera oppure che vengano utilizzati moduli-rampa prefabbricati, moduli-gradino industrializzati, ecc.

### 10.3.1. Le scale di calcestruzzo armato gettato in opera

La scala di calcestruzzo armato è costituita da una soletta inclinata a sezione piena sopra la quale vengono realizzati i gradini. La soletta può essere sostenuta in vari modi:

- a sbalzo da un setto portante di calcestruzzo armato;
- da una trave sostenuta da pilastri;
- da due travi poste alle estremità della lunghezza della rampa (soletta rampante);
- da due travi poste alle estremità della larghezza della rampa (travi a ginocchio).

Ulteriore possibilità strutturale è il sostegno delle singole pedate tramite una trave centrale.

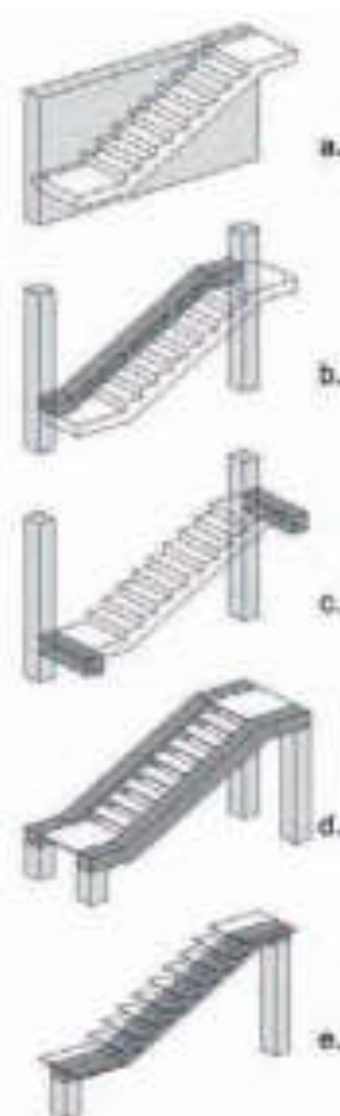
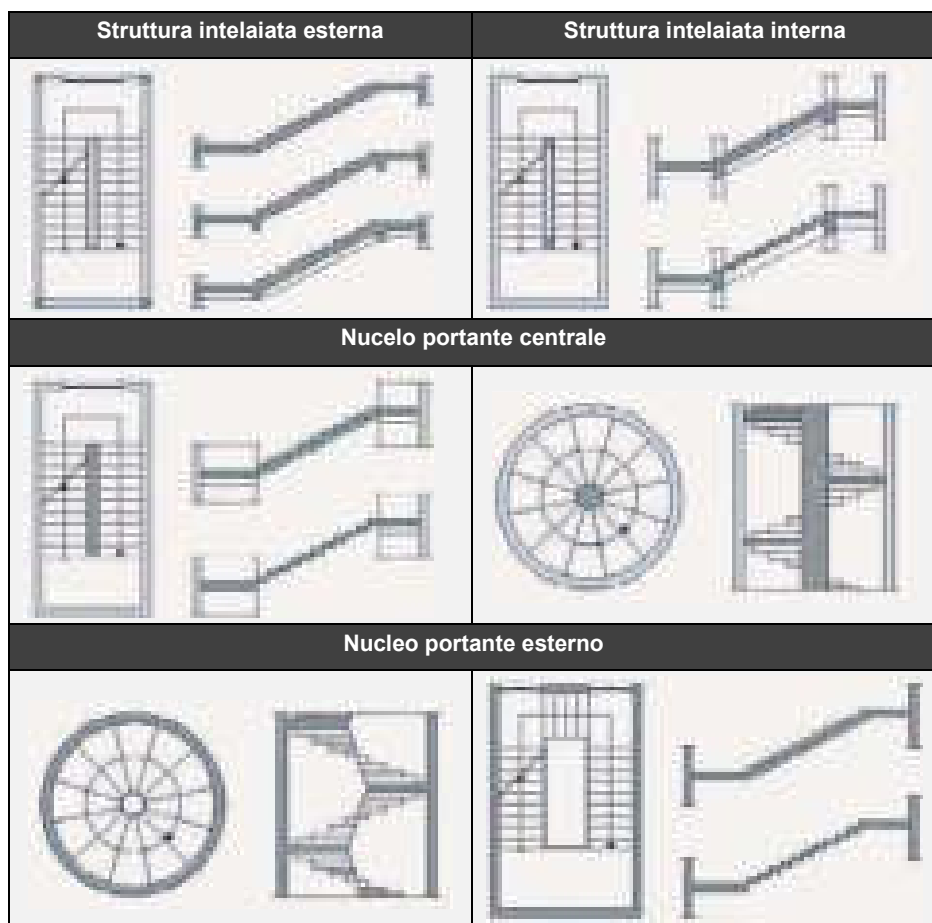


Fig. 10.10: Tipologie di rampe: a sbalzo da setto portante (a), a sbalzo da trave a ginocchio (b), a soletta rampante (c), con travi a ginocchio (d), con trave centrale (e).

<sup>311</sup> Tronconi, O. (2008), *Op. cit.*

Nel caso di doppia rampa con andamento parallelo, gli elementi portanti verticali possono essere collocati alle estremità, lasciando la tromba aperta, oppure possono essere collocati in posizione centrale occupando proprio lo spazio della tromba. La struttura portante della scala può quindi essere:

- *a telaio perimetrale*: con i quattro pilastri ai vertici del vano scala;
- *a parete portante perimetrale continua*: con setti lungo tutto il perimetro del vano scala;
- *con setto portante centrale*: al posto della tromba delle scale;
- *con pilastri centrali*: in corrispondenza della tromba delle scale, alle due estremità confinanti con i pianerottoli.



Tab. 10.5: Strutture portanti per le scale di calcestruzzo armato gettato in opera.



**Fig. 10.11:** Le fasi per la realizzazione di una scala di calcestruzzo armato gettato in opera.



**Fig. 10.12:** La gettata di calcestruzzo per il completamento della scala.

Un'ulteriore possibilità strutturale è che la scala sia rampante autoportante, con solette sostenute dai pianerottoli di arrivo e partenza e con il pianerottolo intermedio sostenuto a sbalzo dalle rampe.

Nel caso di soletta rampante, lo spessore della soletta della rampa è contenuto, mentre nel caso di trave a ginocchio vi è un aumento dello spessore in prossimità del perimetro.

La realizzazione di una rampa di calcestruzzo armato gettato in opera prevede in primo luogo la realizzazione di una cassetta, solitamente composta da assi di legno, entro cui viene disposta l'armatura metallica. Vengono posti successivamente, in corrispondenza di ciascuna alzata, ulteriori assi di legno, per permettere il getto dei gradini. Il getto avviene in genere in un'unica fase, ma è anche possibile effettuare prima il getto della soletta inclinata e realizzare dopo i gradini utilizzando mattoni legati con malta<sup>312</sup>.

### **10.3.2. Le scale prefabbricate di calcestruzzo armato**

Per velocizzare la realizzazione delle scale in cantiere, anche in edifici di piccole dimensioni, è possibile utilizzare strutture prefabbricate.

---

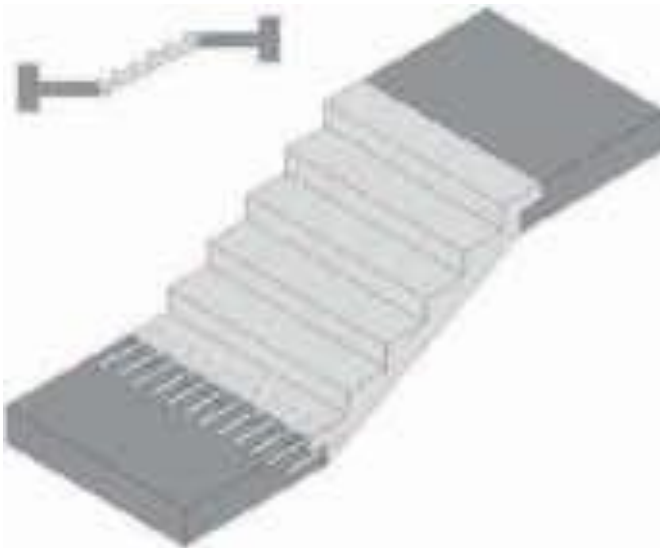
<sup>312</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Op. cit.*

Le scale prefabbricate possono essere adottate in tutte le destinazioni funzionali: si trovano esempi di applicazione sia nell'edilizia civile (edifici residenziali multipiano) sia nelle opere industriali e nel terziario. Le scale prefabbricate possono essere integrate in qualsiasi tipo di struttura in elevazione, sia prefabbricata che realizzata in opera<sup>313</sup>.

Le rampe rettilinee sono realizzate in stabilimento, in genere in casseri metallici per ottenere una maggior qualità delle superfici, e sono costituite da un corpo unico comprendente la soletta autoportante e i gradini sagomati all'estradosso.

Il collegamento tra la rampa e i pianerottoli avviene mediante la giunzione delle armature con un getto integrativo in conglomerato cementizio. In genere le rampe sono provviste di dentelli per favorire l'appoggio ai pianerottoli; questi ultimi possono essere prefabbricati oppure gettati in opera. Una volta realizzata la struttura in cantiere, si procede alla posa degli strati di finitura dei gradini (marmo, pietra, legno, ecc.). I produttori offrono già a catalogo formati standard di scale e pianerottoli, ma sono in grado di garantire una flessibilità di produzione declinata sul singolo progetto in modo da soddisfare le specifiche esigenze progettuali sia dal punto di vista strutturale che architettonico.

In genere le rampe possono essere di tipo semplice (corrispondenti alla sola parte relativa ai gradini), a ginocchio (comprendenti anche una porzione di pianerottolo) o a doppio ginocchio (comprendenti le due porzioni di pianerottolo agli estremi della rampa).



**Fig. 10.13:** Assonometria e sezione di una rampa prefabbricata di calcestruzzo armato. Il collegamento alla struttura di sostegno avviene attraverso l'appoggio della rampa sulle asole preposte sul piano di partenza e di arrivo, rafforzato con dei ferri d'armatura.

<sup>313</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Ibidem*.

### 10.3.3. Le scale di acciaio

Le rampe in acciaio possono essere utilizzate sia per l'esterno che per l'interno degli edifici. Rispetto al calcestruzzo gettato in opera hanno il vantaggio della velocità di assemblaggio, leggerezza e durabilità.

Queste vengono realizzate con elementi di acciaio assemblati in cantiere mediante bullonatura o saldatura.

Le rampe della scala di acciaio possono essere:

- sostenute da pilastri perimetrali (in genere profili HE) collegati tra di loro da travi (cosciali);
- sostenute da pilastri centrali posti nella tromba e pianerottoli a sbalzo;
- sostenute da cavi di acciaio appesi alla struttura di copertura (scale sospese).

Per le travi rettilinee, sia rampanti sia a ginocchio, vengono utilizzati profili a sezione scatolare, tubolari o profili piatti.

Come per le scale di calcestruzzo, occorre progettualmente verificare che la retta dell'asse medio, ossia la retta congiungente lo spigolo esterno dei gradini con la linea di intradosso di incontro delle due rampe, si incontri in punti allineati verticalmente.

I gradini possono essere:

- *collocati al di sopra delle travi*: i gradini vengono saldati al di sopra della trave delle flange triangolari o degli elementi metallici che sostengono le pedate;
- *inseriti nello spessore delle travi*: le pedate (che possono essere costituite da piatti metallici, pannelli di legno autoportanti o da lamiera di sostegno del rivestimento) sono fissate all'anima della trave tramite angolari.

I gradini possono essere realizzati con del materiale metallico, con la lamiera oppure con degli elementi grigliati, oppure possono essere utilizzati altri materiali (legno, pietra, ecc.) usando la lamiera di acciaio come struttura di appoggio della pedata.

Le scale di acciaio hanno la caratteristica di non avere un solaio inclinato di sostegno dei gradini e nemmeno un elemento fisico che costituisce l'alzata del gradino: si tratta di soluzioni costruttive particolarmente trasparenti e leggere.

Per contro, rispetto alle scale di calcestruzzo, richiedono una maggiore attenzione progettuale nel calibrare il rapporto fra tutti gli elementi e, soprattutto, una realizzazione attenta e laboriosa, visto che i gradini devono essere montati singolarmente<sup>314</sup>. Capita spesso che l'acciaio

---

<sup>314</sup> Campioli, A., Lavagna, M. (2013), *Ibidem*.

venga utilizzato insieme al vetro (stratificato e antisfondamento). Quest'ultimo viene impiegato per la realizzazione dei gradini che vengono collegati alle travi attraverso elementi puntuali di acciaio.

### 10.3.4. Le scale di legno

Le scale di legno trovano il loro principale impiego negli interventi di recupero degli edifici caratterizzati da una particolare rappresentatività<sup>315</sup>. In base al tipo di costruzione le scale di legno possono essere di varie tipologie:

- *scale a sponde*: a incasso, a innesto, a mortasa o a mezza mortasa;
- *scale a sella*: su travi portanti;
- *scale pensili*;
- *scale speciali*: a chiocciola o salvaspazio.

#### 10.3.4.1. Le scale a sponde

Nel caso delle scale a sponde, le estremità degli scalini sono inserite con una profondità di 20-25 millimetri nelle sponde. In base alla forma delle cavità presenti sulle sponde in cui si inseriscono le estremità degli scalini, le scale si differenziano in scale a incasso, a innesto, a mortasa o mezza mortasa.



**Tab. 10.6:** Tipologie di scale a sponde: a mortasa, a mezza mortasa e a innesto con gradini sporgenti.

<sup>315</sup> Arbizzani, E. (2015), *Tecnica e tecnologia dei sistemi edilizi. Progetto e costruzione. Con disegni, schemi funzionali, dettagli costruttivi e immagini di cantiere*, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN), pag. 368.

Le sponde sono fissate agli scalini centrali con delle viti per scale e si differenziano in:

- *sponde a parete*: sono appoggiate alla parete e possono essere fissate a quest'ultima;
- *sponde libere o a vista*: si trovano sul lato esterno della scala e devono essere dimensionate e strutturate per la funzione di supporto statico a sbalzo.

Le sponde sono rettilinee in caso di scale a rampa dritta, mentre sono sagomate in base all'andamento dei gradini nel caso di scale a chiocciola.

Nelle scale a incasso le aperture per l'appoggio dei gradini sono posizionate in senso orizzontale su tutta la larghezza della sponda. I gradini sporgono fino a 30 millimetri sia davanti che dietro la sponda. Le alzate, in questo caso, non si usano. Di norma questa tipologia di scala viene utilizzata per la realizzazione delle scale secondarie.

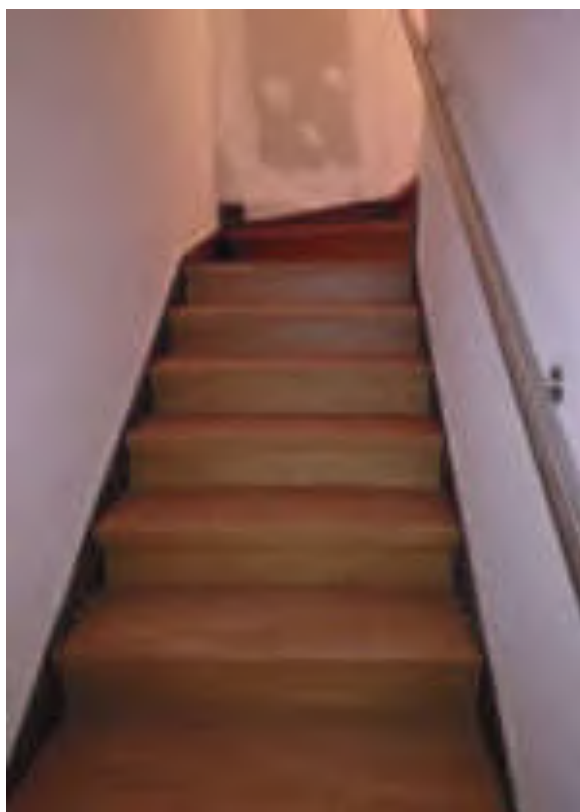


Fig. 10.14: Scala a sponde di legno.


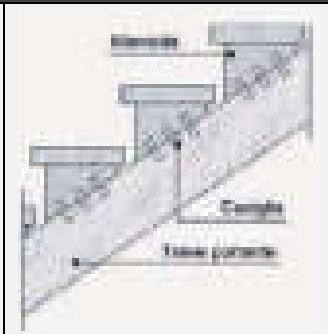



Le scale a mortasa sono dotate sia di gradini che di alzate inseriti direttamente nelle sponde o collegati ad esse per mezzo di viti. La parte superiore delle alzate può essere inserita in gole presenti nel gradino mentre la parte inferiore può essere fissata con viti o chiodi sul bordo posteriore del gradino (tab. 10.6-a).

Nelle scale a mezza mortasa i gradini risultano rientrati di qualche centimetro rispetto alle sponde, sia nella parte anteriore che nella parte posteriore. In questo caso non esistono le alzate.

Mentre le scale ad incasso e ad innesto possono essere costruite solo a rampa rettilinea, la scala a mezza mortasa può essere anche a chiocciola. Grazie ai gradini aperti, questa scala ha un effetto più leggero rispetto a una scala a mortasa. La mortasatura dei gradini nelle sponde è effettuata con frese meccaniche o manuali. Le sponde devono essere collegate tra loro per mezzo di viti per scale o viti di fissaggio ai gradini (tab. 10.6-b).

Nelle scale a innesto i gradini sporgono dalla sponda solo nella parte anteriore. I gradini possono essere intagliati alle estremità seguendo l'inclinazione delle sponde, in modo che i bordi anteriori degli scalini passino sopra al bordo superiore delle sponde. Poiché i gradini vengono inseriti sul davanti, spingendoli nelle aperture delle sponde, questo tipo di scala è chiamata scala a innesto (tab. 10.6-c).

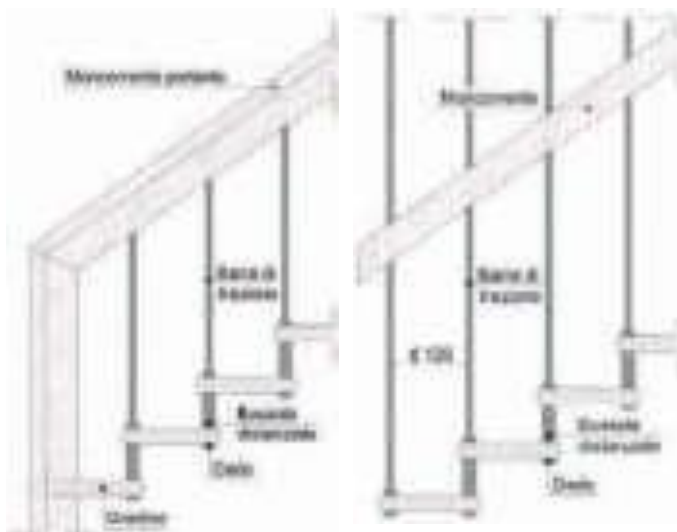
10.3.4.2. Le scale a sella

Gradini su mensole incavigliate	Gradini incavigliati	Gradini incavigliati
		
Gradini su piedi metallici	Gradini su profilato di acciaio	
		<p><b>Tab. 10.7:</b> Tipologie di scale a sella: gradini su mensole incavigliate, incavigliati, su piedi metallici e su profilato di acciaio.</p>

Nel caso delle scale a sella, i gradini sono applicati su travi portanti di legname massello o lamellare. In questo modo i gradini sporgono lateralmente e anteriormente rispetto alle travi portanti. Non utilizzando le alzate in questo tipo di costruzione, la scala risulta leggera, soprattutto se dotata di un'unica trave portante centrale. Per la portata delle travi è fondamentale la loro altezza e il loro spessore. Le travi portanti sono dotate di mensole, piedi di appoggio e supporti costituiti da barre piatte di acciaio per l'appoggio dei gradini. In casi particolari i gradini sono strutturati a blocco e direttamente applicati sulla trave portante.

#### 10.3.4.3. Le scale pensili

Nelle scale pensili i gradini sono appesi a barre di trazione di metallo che hanno il compito di trasmettere i carichi alla struttura del solaio. Tali barre passano attraverso due scalini sovrapposti (a entrambe le estremità), fissandoli l'uno all'altro. La scala deve essere assicurata anche per i carichi e i movimenti che agiscono trasversalmente rispetto



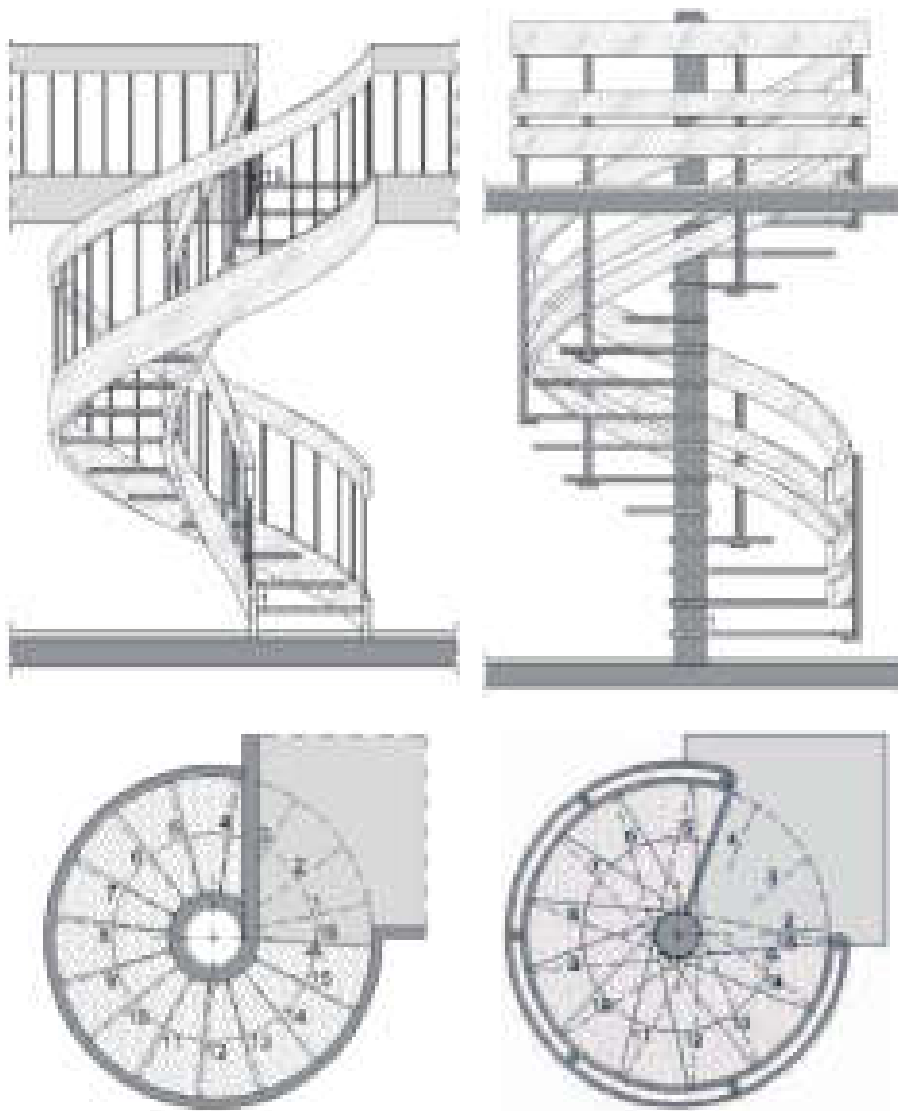
alla rampa. I movimenti possono essere assorbiti da un corrimano oppure dall'ancoraggio dei singoli gradini alla parete adiacente la scala.

Fig. 10.15: Scale pensili.

#### 10.3.4.4. Le scale speciali

Appartengono alle scale speciali le scale a chiocciola ad anima cava e piena. Hanno pianta e forma circolare (talvolta quadrata) e collegano generalmente due piani interni di abitazioni private.

Le scale salvaspazio (non consentite nelle costruzioni ad uso abitativo) hanno una forma particolare. La loro larghezza misura da 50 a 70 centimetri e sono molto ripide poiché, grazie alla loro particolare struttura, ogni gradino equivale a una doppia alzata.



**Fig. 10.16:** Scala a chiocciola: a sinistra ad anima cava e a destra ad anima piena.

### **10.3.5. Le scale di muratura portante**

Le scale realizzate con una struttura portante di muratura trovano scarso impiego nelle moderne costruzioni. Esse sono state largamente utilizzate nell'edilizia storica in edifici costruiti in muratura.

Tale tipologia di scala può essere realizzata con gradini di pietra a sbalzo o con rampe di scala costruite su una volta a botte rampante sostenuta dai muri perimetrali.

### **10.3.6. Le scale di pietra**

Le scale di pietra sono tipiche dell'architettura montana e possono essere disposte sia parallelamente che perpendicolarmente all'edificio.

Le scale di pietra appoggiate su murature costituiscono una vera e propria articolazione o prolungamento della costruzione sul terreno. Esse esprimono, in termini di organizzazione spaziale, una profonda integrazione con l'ambiente e lo spazio circostante, contribuendo in maniera significativa ad articolare il corpo regolare della costruzione montana. Questo risultato è sicuramente ottenuto grazie all'omogeneità dei materiali e dei sistemi costruttivi.

Nella costruzione delle scale a sbalzo, formate solitamente da gradini dallo spessore variabile dai 25 ai 30 e più centimetri, assume una grande importanza la compattezza del muro in cui sono inseriti i singoli elementi. Per meglio garantirne la solidità possono essere inserite, nella parte esterna dell'aggetto (nello spazio dell'alzata), degli elementi di pietra (con funzione anche di tamponamento).

In alcuni casi questo rinforzo è realizzato o perfezionato con materiale cementizio che può essere disposto in maniera limitata nella parte terminale dei gradini oppure può tamponare completamente lo spazio dell'alzata<sup>316</sup>.

## **10.4. Le rampe**

La prima grande classificazione delle rampe è definita dal mezzo adottato per il superamento del dislivello e dalla funzione del collegamento. Si possono così distinguere le rampe pedonabili da quelle carrabili.

---

<sup>316</sup> Tronconi, O., Pignetti, M., Pessina, C., Puglisi, V. (2008), *L'architettura Montana. Tecnologie, valori ambientali e sociali di un patrimonio storico-architettonico vivo ed attuale*, Maggioli Editore, Milano (MI), pp. 133-138.

### 10.4.1. Le rampe pedonali

Le rampe pedonali consentono di mettere in relazione spaziale luoghi posti a livelli differenti che, con semplici scale, costituirebbero una vera e propria barriera fisica e devono essere quindi progettate rispettando la normativa sulle barriere architettoniche.

Le rampe pedonali hanno caratteristiche e seguono riferimenti normativi diversi a seconda che siano rampe per ambienti interni o rampe per percorsi esterni.

Negli spazi esterni di pertinenza di edifici pubblici e privati ad uso pubblico deve essere garantito almeno un percorso di collegamento fino all'accesso dell'edificio che sia agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria, tale da consentire anche l'utilizzo dei servizi annessi posti all'esterno (parcheggi). Tutti gli spazi interni di tali edifici devono inoltre essere totalmente accessibili.

All'interno di spazi pubblici o aperti al pubblico a carattere pedonale (piazza, giardini pubblici, parchi, ecc.) deve essere garantito almeno un percorso accessibile per la fruizione ambientale avente delle caratteristiche di base predefinite (larghezza, lunghezza e pendenza).

	Rampe interne ed esterne	Percorsi esterni
Dislivelli	Non è considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,2 metri mediante rampe.	I dislivelli fino a 2,5 centimetri di altezza, seppur consentiti dalla norma, sono da evitare.
Pendenza <sup>317</sup>	La pendenza delle rampe non deve superare: - l'8% nelle rampe interne; - il 5% nelle rampe esterne. È opportuno privilegiare la pendenza rispetto alla lunghezza adottando valori percentuali inferiori. Per un dislivello di 15 centimetri è consentito realizzare una rampa avente una pendenza non superiore al 15%.	Deve essere di norma pari al 5%. La pendenza trasversale massima deve essere dell'1%. Per un dislivello di 15 centimetri è consentito realizzare una rampa avente una pendenza non superiore al 15%. Eventuali contropendenze devono presentare una somma delle due pendenze non superiore al 22%.

<sup>317</sup> La pendenza di una rampa va definita in rapporto alla capacità di una persona su sedia a ruote di superarla e di percorrerla senza affaticamento anche in relazione alla lunghezza della stessa. Si devono interporre ripiani orizzontali di riposo per rampe particolarmente lunghe. Valgono in generale per le rampe accorgimenti analoghi a quelli definiti per le scale.

<b>Larghezza</b>	<p>La larghezza minima deve essere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- di 0,9 metri per consentire il transito di una persona su sedia a ruote (in questo caso si devono prevedere ogni 10 metri degli spazi per l'inversione di marcia o l'incrocio di un'altra sedia a rotelle);</li> <li>- di 1,5 metri per consentire l'incrocio di due persone.</li> </ul>	
<b>Lunghezza</b>	<p>La lunghezza massima consentita è di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 metri nelle rampe interne;</li> <li>- 15 metri nelle rampe esterne.</li> </ul>	<p>La lunghezza massima consentita è in funzione della pendenza prevista.</p>
<b>Sviluppo</b>	<p>Ogni 10 metri (nelle rampe interne) e ogni 15 metri (nelle rampe esterne) bisogna prevedere un ripiano orizzontale per la sosta avente dimensione minima pari a 1,5 x 1,5 metri, oppure 1,4 x 1,7 metri (1,4 metri in senso trasversale al senso di marcia).</p>	<p>Ogni 15 metri bisogna prevedere un ripiano orizzontale per la sosta avente dimensione minima pari a 1,5 x 1,5 metri.</p>
<b>Andamento</b>	<p>Deve essere regolare e omogeneo per tutto lo sviluppo della rampa.</p>	
<b>Pavimentazione</b>	<p>Deve essere antiscivolo.</p>	
<b>Parapetto</b>	<p>Deve essere alto almeno 1 metro e deve risultare inattraversabile da una sfera di 10 centimetri di diametro. Nel caso il parapetto non sia pieno, la rampa deve avere un cordolo almeno di 10 centimetri.</p>	
<b>Corrimano</b>	<p>Deve essere disposto su entrambi i lati della rampa. Deve avere un'altezza compresa tra i 90 e i 100 centimetri. Se la rampa è larga più di 6 metri si deve predisporre anche un corrimano centrale. In corrispondenza dei ripiani, il corrimano deve essere prolungato per almeno 30 centimetri.</p>	
<b>Segnaletica</b>	<p>È consigliabile disporre di un segnale a pavimento (ad esempio una fascia realizzata con un materiale differente dalla rampa) percepibile da parte dei non vedenti, a segnare l'inizio e la fine della rampa.</p>	
<b>Ostacoli sul percorso</b>	<p>Possono essere installate delle porte lungo il percorso purché vengano previsti dei ripiani di sosta prima e dopo l'ostacolo.</p>	<p>Fino a un'altezza di 2,1 metri dal piano di calpestio il percorso deve essere libero da ostacoli (segnaletica, insegne, oggetti, ecc.).</p>
<b>Cambi di direzione</b>	<p>Devono avvenire in piano.</p>	

**Tab. 10.8:** Le caratteristiche delle rampe interne, esterne e dei percorsi esterni.

Fonte: D.M.LLP 14 giugno 1989, n. 236<sup>318</sup>.

<sup>318</sup> D.M.LLP. 14 giugno 1989, n. 236, *Op. cit.*

### **10.4.2. Le rampe carrabili**

Le rampe carrabili aperte sono destinate al transito di autoveicoli e possono avere pendenze fino al 20%.

La larghezza di tali rampe può variare da un minimo di 3 metri per le rampe a senso fino a 4,5 metri per quelle a doppio senso<sup>319</sup>.

I valori massimi di pendenza da tenere in considerazione sono:

- per la circolazione veicolare del 15%;
- per la circolazione veicolare unita a quella pedonale del 10%;
- per le rampe soggette a fenomeni meteorologici (quindi esterne alla struttura) del 10%.

Il raccordo tra la rampa e la superficie in piano dovrà avere una percentuale pari alla metà di quella prevista per l'estensione della rampa stessa per una lunghezza maggiore di 4 metri.

La funzione delle rampe carrabili è quella di mettere in relazione unità ambientali come le autorimesse e i depositi (posti sia ai livelli interrati che superiori degli edifici) e gli accessi esterni.

Le rampe contro terra, di accesso ai piani interrati, vengono in genere realizzate procedendo con lo scavo a sezione obbligata per lo sviluppo richiesto dalla pendenza. Il terreno viene sostenuto lateralmente da delle pareti portanti contro terra (di calcestruzzo armato). A queste viene collegata la soletta di calcestruzzo, gettata direttamente sul terreno livellato, con l'interposizione di una rete elettrosaldata e di una guanina impermeabilizzante.

Per la realizzazione della rampa bisogna inoltre prevedere l'installazione di dispositivi di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche. La superficie di estradosso della soletta, infine, deve essere trattata superficialmente con una finitura antisdrucchiolo<sup>320</sup>. La soluzione più comunemente adottata è una finitura di cemento a "lisca di pesce", visibile frequentemente nelle rampe carraie di accesso alle autorimesse interrate.

---

<sup>319</sup> D.M. 1 febbraio 1986, *Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili*.

<sup>320</sup> Arbizzani, E. (2015), *Op. cit.*, pag. 373.