



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Schweizer Wanderwege
Suisse Rando
Sentieri Svizzeri
Sendas Svizras



Ufficio federale delle strade USTRA

Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici

Manuale

Impressum

Editore

Ufficio federale delle strade (USTRA)
Sentieri Svizzeri

Progetto

Sentieri Svizzeri

Testo

Niklaus Trottmann, Christian Hadorn, Sentieri Svizzeri
Peter Langhart, Berner Wanderwege

Grafica

Rolf Bruckert, Bruckert/Wüthrich

Immagini

Thomas Ledergerber (tutte le immagini a piena pagina); Guy Schneider/
ViaStoria (fig. 3); Beat Fuchs (fig. 5 e 6); Berner Wanderwege (fig. 8, 14, 20,
87, 92 e 93, immagine grande a pag. 40); Habegger Maschinenfabrik AG
(fig. 11); Martin Chaignat (fig. 53); Vallemaggia Turismo (fig. 57); Urner
Wanderwege (fig. 59 e 76); Neuchâtel Rando (fig. 69); Thomas Weibel
(fig. 75); Comune di Engelberg (fig. 81 e 84); Sentieri Svizzeri (tutte le altre
immagini).

Gruppo d'accompagnamento

Paul Allemann (Bündner Wanderwege), Martin Chaignat (Association Juras-
sienne de Tourisme Pédestre), Beat Fuchs (Amt für Wald und Naturgefahren,
Cantone di Svitto), Gabrielle Gsponer (USTRA), Walter Steiner (Luzerner
Wanderwege).

Ordinazioni

Sentieri Svizzeri, Casella postale, 3000 Berna 23
Tel. +41 31 370 10 20
info@wandern.ch

Download

www.langsamverkehr.ch
www.wandern.ch

Rilevanza giuridica

Nella collana «Aiuti all'esecuzione per il traffico lento» l'USTRA pubblica documenti di base e raccomandazioni destinati alle autorità esecutive, nell'intento di assicurare un'applicazione unitaria. Le autorità esecutive che si avvalgono di questa documentazione hanno la garanzia di agire in modo adeguato e conforme alla legge. Non sono tuttavia escluse altre soluzioni specifiche.

Parità linguistica

Ai fini di una migliore leggibilità è stata usata solo la forma maschile, che tuttavia sottintende anche quella femminile.

© USTRA, 2009

© Sentieri Svizzeri, 2009

Prefazione

La rete dei sentieri svizzeri, che gode di buona reputazione anche all'estero, costituisce una colonna portante del turismo estivo nel nostro Paese e soddisfa appieno il bisogno della popolazione di muoversi e praticare attività ricreative all'aperto. La costruzione e la manutenzione dei sentieri sono ambiti di competenza dei Cantoni, dei Comuni e delle organizzazioni specializzate del ramo, che in questo modo forniscono un valido contributo alla promozione della salute, alla valorizzazione delle località turistiche e a un traffico sostenibile nel tempo libero.

Per poter realizzare e assicurare nel tempo una rete di sentieri attrattiva e sicura è necessario applicare le tecniche costruttive del settore in funzione delle situazioni specifiche, effettuando un'accurata manutenzione. Si richiedono a tal fine competenze tecniche molto vaste nonché conoscenze approfondite nel settore dei materiali e dei metodi di costruzione. Intrattenere rapporti con i proprietari fondiari e i responsabili delle decisioni, identificare i possibili rischi e tenere sotto controllo i costi sono aspetti altrettanto importanti.

Il presente manuale è destinato ai responsabili dei sentieri escursionistici, cui intende fornire un aiuto nell'espletamento delle loro molteplici funzioni. Il manuale contiene istruzioni pratiche per la pianificazione e l'esecuzione dei lavori di costruzione, come pure per l'esercizio di impianti viari. Illustra le opere costruttive più indicate, che si possono realizzare con mezzi semplici e materiali prevalentemente naturali. Le checklist hanno lo scopo di facilitare i lavori di progettazione e controllo. Le schede segnaletiche dei danni più tipici mettono in evidenza le cause più frequenti e illustrano i possibili interventi di riparazione. I numerosi rimandi alla letteratura specialistica consentono di reperire informazioni più approfondite e circostanziate sulla materia.

Si ringraziano tutti coloro che, a livello cantonale e comunale, si impegnano per garantire e migliorare la qualità della rete dei sentieri escursionistici in Svizzera.

Ufficio federale delle strade USTRA
Sentieri Svizzeri





Indice

1. Criteri generali	9
1.1 Scopo, competenze e destinatari	9
1.2 Delimitazione della materia	9
1.3 Basi giuridiche	10
1.4 Definizioni	11
1.5 Pianificazione della rete di sentieri escursionistici: presupposto indispensabile per la progettazione	12
2. Pianificazione della costruzione	15
2.1 Principi generali per la definizione del tracciato	15
2.2 Fattori d’influsso sul grado di costruzione	16
2.2.1 Categoria del sentiero, fruitori e frequenza di utilizzazione	16
2.2.2 Topografia e sottosuolo.....	16
2.2.3 Clima	17
2.3 Rilevamenti topografici	18
2.4 Progetto di costruzione	18
2.5 Preparazione dei lavori	20
2.6 Macchine, apparecchi e strumenti	21
2.7 Sicurezza sul lavoro e protezione di terzi.....	22
3. Tracciato	25
3.1 Profili normali, standard di costruzione	25
3.1.1 Sentieri sterrati	25
3.1.2 Tracciato con strato di fondazione.....	25
3.1.3 Tracciato nella roccia.....	26
3.1.4 Camminamenti	26
3.2 Esecuzione dei lavori.....	27
3.2.1 Lavori di rimozione	27
3.2.2 Lavori di scavo	27
3.2.3 Posa dello strato di fondazione.....	28
3.3 Misure di accompagnamento	29
3.3.1 Cordoli.....	29
3.3.2 Serpentine.....	29
3.3.3 Misure per convogliare gli escursionisti	30
4. Drenaggio	33
4.1 Drenaggio trasversale	33
4.1.1 Drenaggio tramite inclinazione della superficie del sentiero	33
4.1.2 Canalette trasversali.....	34
4.2 Drenaggio longitudinale	36
4.3 Drenaggio delle scarpate.....	37
5. Manufatti	39
5.1 Attraversamenti di corsi d’acqua e fossati.....	39
5.1.1 Pietre da guado	39
5.1.2 Guado.....	39
5.1.3 Tombini	39
5.1.4 Ponti pedonali con campata fino a cinque metri.....	40
5.1.5 Passerelle.....	43
5.2 Scale e scale a pioli	44

5.2.1	Scale	44
5.2.2	Scale a pioli	45
5.3	Barriere e ringhiere	46
5.3.1	Parapetti	46
5.3.2	Recinzioni.....	47
5.3.3	Corrimano	47
5.4	Passaggi recintati.....	48
5.5	Stabilizzazione di scarpate e versanti	50
5.5.1	Inerbimento e tecniche vegetali.....	50
5.5.2	Opere di consolidamento in legno.....	52
5.5.3	Opere di consolidamento in pietra	53
6.	Controllo e manutenzione dei sentieri	55
6.1	Controlli dello stato dei sentieri.....	55
6.2	Manutenzione corrente.....	56
6.3	Problemi e danni tipici	56
6.3.1	Rinforzi sporgenti sui gradini	56
6.3.2	Pali di legno marci in caso di contatto con il terreno	56
6.3.3	Cedimento dei margini del sentiero	57
6.3.4	Acqua stagnante sul piano di calpestio	57
6.3.5	Zone acquitrinose.....	58
6.3.6	Solchi di erosione	58
6.3.7	Franamento del terreno.....	58
6.3.8	Avanzamento incontrollato della vegetazione	59
6.3.9	Scarsa manutenzione dei sentieri dotati di scie in cemento	59
6.4	Provvedimenti legati alla soppressione di sentieri escursionistici	60
	Abbreviazioni.....	63
	Fonti	64
	Allegato	67
	Checklist Pianificazione della costruzione.....	67
	Contenuto della relazione tecnica (esempio).....	70
	Formulario per il preventivo dei costi.....	71
	Dati di riferimento per i costi di costruzione di sentieri escursionistici	72
	Protocollo per il collaudo dell'opera	73
	Checklist Controllo dei sentieri	74
	Protocollo dei danni	76
	Durabilità dei tipi di legno	77
	Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici agibili in sedia a rotelle	78
	Pubblicazioni sul traffico lento	79



1. Criteri generali

1.1 Scopo, competenze e destinatari

Il presente manuale contiene raccomandazioni concernenti la costruzione e la manutenzione dei sentieri escursionistici. Rappresenta un aiuto pratico per la pianificazione dei lavori, la realizzazione dei tracciati, l'esecuzione di opere di drenaggio e la costruzione di manufatti oltre che per il controllo e la manutenzione dei sentieri. L'obiettivo è fornire il sostegno necessario per l'attuazione degli «Obiettivi di qualità per i sentieri svizzeri» (USTRA, Sentieri Svizzeri, 2007) nell'ottica di una rete di sentieri attrattiva, sicura e ben interconnessa.

Conformemente alla legge federale sui percorsi pedonali ed i sentieri (LPS), la sistemazione e il mantenimento della rete di sentieri in Svizzera sono di competenza dei Cantoni, i quali possono dal canto loro delegare determinati compiti a organizzazioni cantonali specializzate. In particolare la segnaletica e i controlli periodici dei sentieri sono affidati in molti casi a queste organizzazioni del ramo. La costruzione e la manutenzione dei sentieri escursionistici spettano di regola ai Comuni, ai proprietari dei fondi o agli usufruttuari (funivie, rifugi di montagna ecc.), ma in alcuni Cantoni sono le stesse organizzazioni specializzate del ramo a occuparsene.

Il manuale è destinato a tutti coloro che sono concretamente implicati nella costruzione e nella manutenzione dei sentieri escursionistici: progettisti ed esecutori di uffici e aziende a livello cantonale e comunale, delle organizzazioni cantonali specializzate e di altri organi competenti in materia di sentieri escursionistici tra cui organizzazioni turistiche e ferrovie di montagna. È uno strumento di supporto efficace anche per gli studi d'ingegneria e le imprese di costruzione incaricati della costruzione dei sentieri.

1.2 Delimitazione della materia

Il manuale si applica a **lavori di costruzione semplici** e non contiene raccomandazioni riguardanti:

- ponti con luce superiore a 5 metri;
- brillamenti;
- opere di protezione contro pericoli naturali;
- vie su cui transitano veicoli a motore;
- sentieri escursionistici invernali;
- altre vie e impianti con esigenze specifiche.

Per la manutenzione delle strade agricole e forestali e delle vie di comunicazione storiche si rimanda alla letteratura specialistica (cfr. pag. 64 e 79). Il presente manuale non approfondisce le questioni legate alla responsabilità, che sono oggetto di un esame esaustivo nella pubblicazione «Responsabilità in caso di infortuni sui sentieri» (UFAM, 1996).

Una pianificazione globale della rete di sentieri, una segnaletica uniforme e una comunicazione degli itinerari conforme alle esigenze sono fattori altrettanto determinanti per garantire uno standard qualitativo molto elevato

Chi finanzia i sentieri escursionistici?

Di regola la costruzione e la manutenzione dei sentieri sono finanziate dai Cantoni e dai Comuni.

La Confederazione e i Cantoni, in virtù della legge sulla protezione della natura e del paesaggio (LPN), possono stanziare aiuti finanziari per la conservazione delle vie di comunicazione storiche di notevole pregio e il ripristino di strade in paesaggi naturali gestiti nel rispetto della natura.

Indirizzi di contatto:

Inventario delle vie di comunicazione storiche della Svizzera: www.ivs.admin.ch

Fondo Svizzero per il Paesaggio: www.flis-fsp.ch

L'aiuto all'esecuzione «Erhaltung historischer Verkehrswege» è stato pubblicato nel 2008 nella collana dedicata al traffico lento (cfr. pag. 79).

1. Criteri generali

dei sentieri (cfr. fig. 1). Questi aspetti sono analizzati in altri aiuti all'esecuzione e in altra documentazione sul traffico lento (cfr. pag. 79).

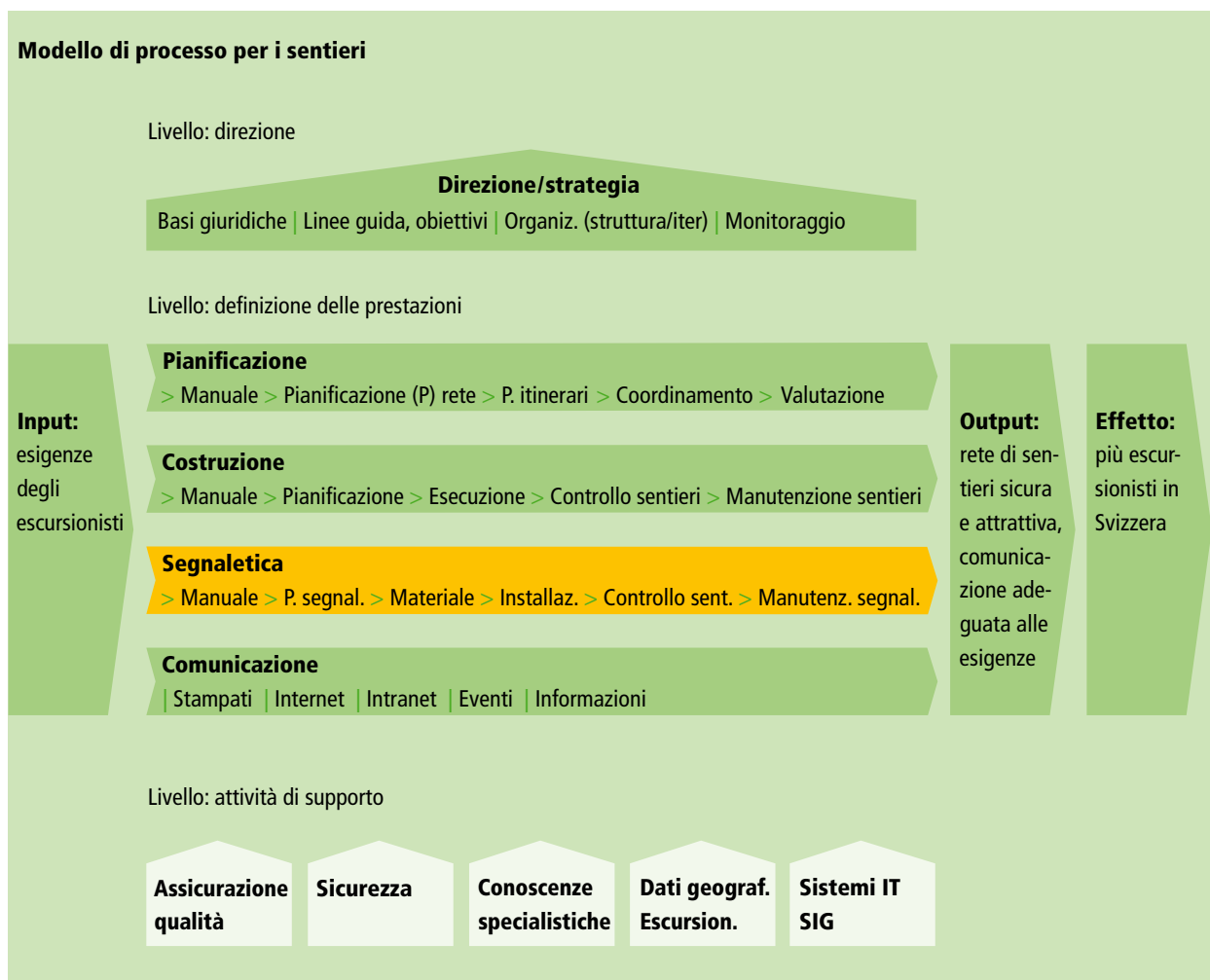


Fig. 1 Processi di erogazione delle prestazioni in un sistema escursionistico orientato alla qualità.

1.3 Basi giuridiche

Il fondamento giuridico centrale su cui poggiano la conservazione e il promovimento di una rete di sentieri attrattiva, sicura e ben interconnessa è stato sancito nella Costituzione federale già nel 1979, in occasione di una votazione popolare. Il nuovo articolo costituzionale (art. 88 Cost., in precedenza art. 37 quater Cost.) è stato approvato a larga maggioranza dal popolo svizzero e dai Cantoni. In applicazione di questo articolo, nel 1985 il Consiglio federale ha posto in vigore la legge federale sui percorsi pedonali ed i sentieri e, nel 1986, la relativa ordinanza esecutiva.

La costruzione e la manutenzione dei sentieri escursionistici poggiano in primis sulle basi di legge elencate alla pagina seguente. A livello cantonale vigono poi altre leggi, ordinanze e direttive vincolanti.

1. Criteri generali

- RS 101 Costituzione federale della Confederazione Svizzera (Cost., art. 88)
- RS 700 Legge federale sulla pianificazione del territorio (LPT)
- RS 700.1 Ordinanza sulla pianificazione del territorio (OPT)
- RS 704 Legge federale sui percorsi pedonali ed i sentieri (LPS)
- RS 704.1 Ordinanza sui percorsi pedonali ed i sentieri (OPS)
- RS 741.01 Legge federale sulla circolazione stradale (LCStr)
- RS 832.311.141 Ordinanza sulla sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori nei lavori di costruzione (OLCostr)

1.4 Definizioni

La **rete dei sentieri** comprende tutti i sentieri escursionistici, sentieri di montagna e sentieri alpini collegati tra di loro. Si estende di regola al di fuori degli insediamenti e rende accessibili aree particolarmente adatte allo svago, paesaggi interessanti (punti panoramici, rive ecc.), attrazioni culturali e infrastrutture turistiche e, per quanto possibile, integra le vie di comunicazione storiche.



I **sentieri escursionistici** sono sentieri accessibili a chiunque destinati generalmente all'escursionismo pedestre. Si snodano possibilmente lontano dalle strade aperte al traffico motorizzato e sono privi di pavimentazione in asfalto o cemento. I passaggi ripidi sono provvisti di gradini e i punti con rischio di caduta sono protetti con parapetti. Comprendono passerelle o ponti per superare i corsi d'acqua. I sentieri escursionistici non richiedono conoscenze o abilità particolari. La segnaletica è gialla.



I **sentieri escursionistici di montagna** sono sentieri che comprendono parzialmente tratti difficilmente percorribili. Sono prevalentemente ripidi e stretti e talvolta esposti. I passaggi particolarmente difficili sono protetti con corde o catene di sicurezza. I torrenti si attraversano spesso a guado. I sentieri di montagna richiedono all'escursionista un passo sicuro, assenza di vertigini, buona condizione fisica e una buona conoscenza dei pericoli della montagna (caduta di massi, rischio di scivolare e di cadere, cambiamenti repentini delle condizioni meteorologiche). Sono necessari scarponi con suola profilata, un equipaggiamento adatto alle condizioni meteo e carte topografiche. La segnaletica dei sentieri di montagna è gialla, con punta in bianco-rosso-bianco. I segnali di conferma e i segnali a vernice sono in bianco-rosso-bianco.



I **sentieri escursionistici alpini** sono sentieri di montagna impegnativi. Sono in parte privi di tracciato e possono comportare l'attraversamento di nevai, ghiacciai, pietraie e ghiaioni o brevi passaggi rocciosi di arrampicata. La presenza di tratti attrezzati non è garantita o è limitata alla protezione in punti particolarmente esposti con rischio di caduta. I sentieri alpini richiedono un passo sicuro, assenza di vertigini, ottima condizione fisica, nonché la capacità di usare corda e piccozza e di arrampicarsi con le mani. È indispensabile conoscere i pericoli della montagna.

1. Criteri generali

In aggiunta all'equipaggiamento per i sentieri di montagna richiedono bussola e altimetro e, per l'attraversamento di ghiacciai, corda e piccozza. La segnaletica dei sentieri alpini è blu con punta in bianco-blu-bianco, i segnali di conferma e i segnavia a vernice sono in bianco-blu-bianco. Il pannello informativo all'inizio del sentiero alpino segnala i requisiti necessari.

Un **percorso escursionistico** è un tratto di collegamento tra un punto di partenza e un punto di arrivo sulla rete dei sentieri, comprendente l'indicazione delle varie mete ed eventualmente segnalato con nome e/o un numero del percorso. Solitamente inizia e termina in corrispondenza di una fermata dei trasporti pubblici.

Piano cantonale: designa i tracciati che fanno parte della rete dei sentieri. Viene allestito nell'ambito di una procedura cantonale e vincola le autorità. La scelta dello strumento appropriato per la designazione vincolante incombe per principio ai Cantoni. È frequente la designazione in un Piano direttore cantonale in conformità all'articolo 6 e seguenti della legge sulla pianificazione del territorio (LPT), in un piano dei percorsi pedonali e sentieri secondo l'articolo 4 LPS o in un piano provvisorio dei percorsi pedonali e sentieri in conformità all'articolo 16 LPS. Il carattere vincolante della designazione per le autorità è indispensabile per poter procedere a una segnalazione conforme alla norma SN 640 829a nei colori giallo e blu.

1.5 Pianificazione della rete di sentieri escursionistici: presupposto indispensabile per la progettazione

La costruzione dei sentieri escursionistici è sempre preceduta da un'attenta pianificazione dell'intera rete, nell'ambito della quale vengono definiti il punto di partenza, il punto di arrivo e le mete intermedie di ogni percorso nonché, a grandi linee, il tracciato, facendo in modo che tutti i sentieri siano ben interconnessi. La pianificazione dell'intera rete di sentieri escursionistici consente di collegare in maniera ragionata i paesaggi attrattivi, i sentieri esistenti di notevole interesse (ad es. le vie di comunicazione storiche) e le principali attrazioni turistiche. Nel limite del possibile sono garantiti i collegamenti ai mezzi di trasporto pubblici.

Nel quadro della pianificazione della rete escursionistica si **coordinano anche le attività con altri settori di utilizzazione del territorio** (ad es. selvicoltura e agricoltura, trasporti, sport, tempo libero e turismo) e con le diverse problematiche della protezione delle specie, della natura e del paesaggio (ad es. zone protette, zone di riposo per la fauna selvatica). Quando ciò risulta possibile, con i proprietari fondiari viene da subito concordata per iscritto una **regolamentazione per il passo**. Si raccomanda inoltre di procedere alla registrazione nel registro fondiario.

Come sancito nell'articolo 4 LPS, la pianificazione della rete di sentieri escursionistici avviene nell'ambito di una **procedura cantonale** che prende spesso la forma di un piano direttore o un piano regolatore (cfr. sopra: piano cantonale).



2. Pianificazione della costruzione

La pianificazione della costruzione consiste in primo luogo nell'elaborazione di un progetto di costruzione da depositare pubblicamente. Ciò comprende tra le altre cose la definizione esatta del tracciato, la decisione riguardante il grado di costruzione del sentiero e la preparazione dei documenti da presentare ai fini del rilascio dell'autorizzazione a costruire. Il successo di qualsiasi progetto di realizzazione di un sentiero escursionistico dipende soprattutto dal coinvolgimento tempestivo di tutti gli attori interessati (cfr. colonna a lato). La pianificazione prevede molto concretamente anche l'organizzazione della manodopera, del materiale e delle macchine. L'allegato (pag. 67) include una checklist per la pianificazione della costruzione.

2.1 Principi generali per la definizione del tracciato

La linea del tracciato va scelta in maniera tale da garantire un sentiero quanto più attrattivo e sicuro, realizzabile con costi di costruzione e manutenzione sostenibili. Il percorso di massima di un sentiero escursionistico è deciso in fase di pianificazione della rete dei sentieri (cfr. cap. 1.5). Il tracciato esatto viene fissato in base ai seguenti principi (cfr. anche gli «Obiettivi di qualità per i sentieri svizzeri», USTRA, Sentieri Svizzeri, 2007):

- scegliere un **tracciato** ben riconoscibile, il più **diretto e variato** possibile. Per varietà s'intende ad es. l'alternanza tra bosco e prati o tra vedute lontane e vicine;
- sui percorsi con sali-scendi si devono rispettare **pendenze longitudinali** massime del 15% sui sentieri escursionistici segnalati in giallo e del 30% sui sentieri di montagna. Nei tratti ripidi andrebbero previste apposite serpentine e/o scale;
- il tracciato deve essere adattato il più possibile alle **strutture naturali del terreno**, allo scopo di evitare grossi spostamenti di terra;
- per quanto possibile occorre inglobare i tracciati **esistenti** e le **attrazioni turistiche**. Devono inoltre essere rispettate le esigenze della conservazione delle vie di comunicazione storiche (cfr. cap. 2.4).

Si raccomanda di evitare possibilmente:

- **percorsi estremamente irregolari** con sali-scendi molto ravvicinati;
- **percorsi monotoni** (ad es. lunghi tratti rettilinei senza varietà di paesaggio);
- impianti viari lungo la **linea di massima pendenza** (pericolo di erosione);
- pendii particolarmente ripidi, scarpate rocciose, ghiaioni e altri **tratti pericolosi**;
- zone umide, zone franose e altri **terreni instabili**;
- attraversamenti di **pascoli** con vacche nutrice, tori, cavalli o cani da protezione del bestiame (ottimizzare la gestione dei pascoli e il tracciato);
- **zone sensibili** come le paludi e i prati secchi (cfr. cap. 2.4);
- **deterioramenti del paesaggio** (ad es. modifiche del terreno visibili da lontano).

Attori coinvolti in progetti di costruzione di sentieri escursionistici

La progettazione dei sentieri escursionistici è di regola responsabilità dei servizi cantonali preposti, delle organizzazioni cantonali del ramo o dei Comuni.

Altri partner importanti sono gli uffici cantonali preposti (vie di comunicazione storiche, pericoli naturali, silvicoltura, agricoltura, ambiente e caccia), i proprietari fondiari, le organizzazioni turistiche, i trasporti pubblici, altri gruppi d'interesse (ad es. detentori di animali, protezione della natura, sport).

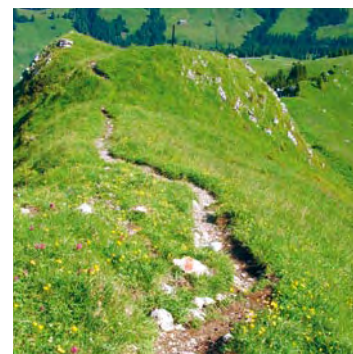


Fig. 2 Tracciato logico



Fig. 3 Integrare le vie storiche

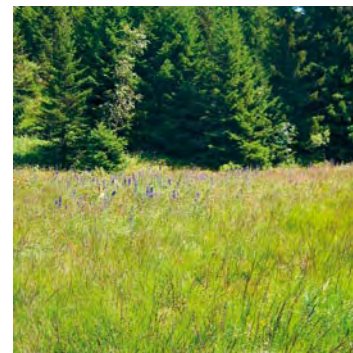


Fig. 4 Evitare l'attraversamento di paludi

2.2 Fattori d'influsso sul grado di costruzione

Il grado di costruzione richiesto da un sentiero escursionistico dipende sostanzialmente dai seguenti fattori d'influsso:

- categoria del sentiero
- fruitori
- frequenza di utilizzazione
- topografia
- sottosuolo
- clima

È importante esaminare questi fattori d'influsso già in fase di pianificazione, effettuando in particolare un **sopralluogo** per rilevare con precisione la situazione topografica e le caratteristiche del sottosuolo.

2.2.1 Categoria del sentiero, fruitori e frequenza di utilizzazione

In funzione della categoria del sentiero (cfr. cap. 1.4), dei fruitori e della frequenza di utilizzazione prevista si calcola la larghezza più adeguata per un determinato sentiero (cfr. cap. 3.1) e si determina se vi è la necessità di costruire uno **strato di fondazione** (cfr. cap. 3.1.2) ed eventuali **manufatti**.

I sentieri escursionistici sono concepiti generalmente per l'escursionismo pedestre, ma vengono utilizzati anche da altre forme di mobilità. Talvolta vi è consentito anche il transito di veicoli a motore (ad es. su strade rurali). Spetta in primo luogo ai responsabili della pianificazione della rete (cap. 1.5) prevenire potenziali conflitti, operando ad esempio un'attenta ripartizione territoriale.

Nel pianificare la costruzione di sentieri escursionistici le esigenze di altre forme di mobilità (ad es. persone su sedia a rotelle, ciclisti) entrano in linea di conto unicamente quando la fruizione del percorso da parte di questi soggetti è prevista esplicitamente. In questi casi, il sentiero deve essere realizzato tenendo conto delle esigenze di ciascun gruppo target ed evitando un sovraccarico della sostanza viaria. Si devono ad ogni modo mettere in conto notevoli interventi di manutenzione.

Raccomandazioni utili per la costruzione di sentieri agibili in sedia a rotelle sono disponibili presso l'Associazione Svizzera degli Invalidi Procap (www.procap.ch). Nell'allegato al presente manuale (pag. 78) sono riassunti i principali criteri da applicare in questo settore.

2.2.2 Topografia e sottosuolo

La topografia e il tipo di sottosuolo sono i due fattori che determinano la **fattibilità tecnica e i costi** di un progetto di costruzione. La qualità del sottosuolo determina inoltre la necessità o meno di realizzare uno strato di fondazione (cfr. cap. 3.1.2), adottare provvedimenti speciali volti a migliorare la capacità portante del suolo (ad es. geotessili, camminamenti, cfr. cap. 3.1.4) o aggirare eventualmente un dato punto.

2. Pianificazione della costruzione

Stabilità

I pendii ripidi e terrosi al di sopra del limite della vegetazione arborea, caratterizzati da scarsa copertura vegetale, e i terreni sabbiosi e argillosi, sono particolarmente a rischio di franamento ed erosione. Su questi tratti l'asportazione di humus e la rimozione della cotica erbosa andrebbero dunque evitate. Crepe lungo i pendii, piccoli rigonfiamenti del terreno e alberi inclinati sono avvisaglie di possibili franamenti.

Infiltrazione d'acqua e capacità portante

I sottosuoli caratterizzati da buona permeabilità e capacità portante richiedono pochi interventi costruttivi. I terreni ad alto tenore d'argilla e i terreni paludosi sono poco permeabili: quando piove hanno una ridotta capacità portante e si trasformano rapidamente in acquitrini. Su questi terreni – riconoscibili per la presenza di tratti carichi o pregni d'acqua dopo le piogge, di crepe e tracce di erosione nei periodi di siccità – la costruzione dei sentieri risulta molto problematica.

La buona o scarsa permeabilità del sottosuolo può essere desunta anche dalla composizione della vegetazione che lo ricopre. Le zone molto umide si caratterizzano per la forte presenza di giunchi, carice, erioforum, equiseti, canneti o anche di fanerogame a foglia larga tra cui la calta palustre (*Caltha palustris*), il botton d'oro (*Trollius europaeus*), il cavolaccio (*Adenostyles sp.*) e l'aconito (*Aconitum sp.*).

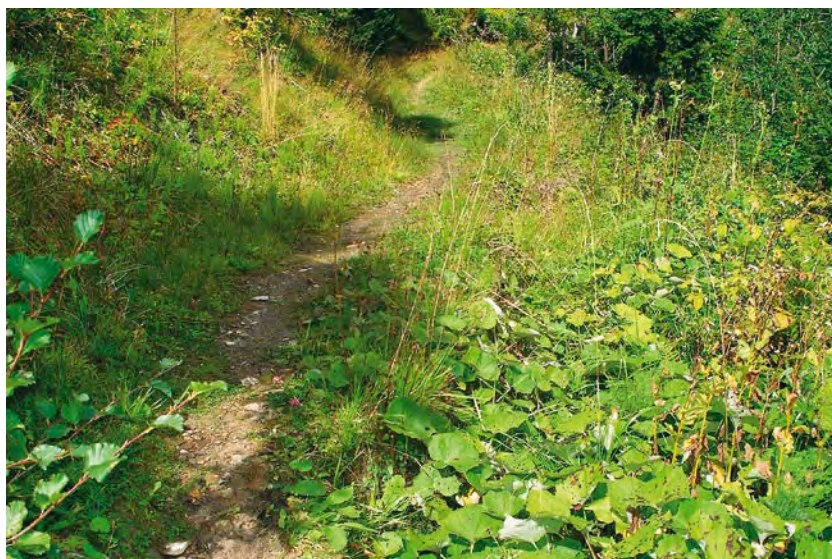


Fig. 5 Crepa nel terreno

Fig. 6 Le piante a foglia larga sono tipiche delle zone umide

2.2.3 Clima

Il clima ha un'influenza notevole sull'entità delle **opere di drenaggio e dei manufatti** ritenuti necessari (cfr. cap. 4 e 5). Un regime caratterizzato da precipitazioni frequenti e intense richiede maggiori interventi di drenaggio, di consolidamento del terreno per prevenire l'erosione e di stabilizzazione dei sentieri e delle scarpate. L'altezza dei ponti e le dimensioni dei tombini devono essere adattate alle portate massime dei corsi d'acqua. In caso di forti nevicate (pressione esercitata dalla neve, slavine) è necessa-

rio rinforzare in maniera opportuna i manufatti esposti oppure rimuoverli prima del sopraggiungere dell'inverno.

2.3 Rilevamenti topografici

Il tracciato esatto del sentiero viene fissato idealmente durante un **sopralluogo** cui prendono parte di regola i responsabili dei sentieri sia del Cantone sia dell'organizzazione cantonale specializzata nel ramo, i **proprietari fondiari**, rappresentanti di altri **uffici cantonali** e dei **Comuni** come anche rappresentanti **di altri gruppi di interesse** (ad es. detentori di animali, protezione della natura, turismo e sport). Si raccomanda di documentare i risultati del sopralluogo in un verbale e chiedere a tutti i partecipanti di convalidare l'esattezza dei dati.

I rilevamenti topografici necessari in materia di sentieri escursionistici possono essere ridotti al minimo. Di regola ci si può limitare ai seguenti lavori:

- **rilevare i tratti di terreno adatti e quelli non adatti** sulla base della topografia e del sottosuolo (cfr. cap. 2.2);
- **tracciare** i punti assiali (cambiamenti di direzione); rilevare la distanza tra i punti assiali per mezzo di un metro a nastro o di un odometro a rotella;
- rilevare i **profili trasversali** tipici e accertare a quali tratti del sentiero si applica il profilo normale. Per i sentieri escursionistici non sono necessari profili trasversali a intervalli regolari, bensì solo nei punti in cui vi sono variazioni topografiche (ad es. variazione di pendenza del versante, rocce, dossi). Il rilevamento delle sezioni trasversali va effettuato perpendicolarmente all'asse del sentiero, su una larghezza di 2–3 metri a sinistra e a destra dell'asse. Le inflessioni molto accentuate del terreno devono essere oggetto di rilevamenti. Sulla base delle sezioni trasversali è possibile calcolare le quantità di materiale di riporto e di materiale da asportare, su cui si fonda la stima dei costi;
- rilevare i **materiali da costruzione** disponibili nelle immediate vicinanze, ad esempio legno, pietrisco o pietre, e accertarsi che possano essere utilizzati. La possibilità di attingere ai materiali da costruzione in loco consente di limitare i trasporti e ridurre i costi.

2.4 Progetto di costruzione

La costruzione di sentieri escursionistici è soggetta ad autorizzazione. La procedura per il rilascio dell'autorizzazione e i relativi documenti da presentare variano da Cantone a Cantone. Informazioni dettagliate possono essere richieste all'autorità cantonale o comunale preposta al rilascio dei permessi di costruzione. Vanno inoltre rispettate le disposizioni della legge sulla pianificazione del territorio (LPT) riguardanti le costruzioni fuori delle zone edificabili. Il dossier di un progetto di costruzione comprende di regola i seguenti documenti:

- consenso scritto del proprietario fondiario;
- piano corografico (scala da 1:1000 fino a 1:10000), con eventuali confini delle parcelle;

2. Pianificazione della costruzione

- profili trasversali tipici (scala 1:20 o 1:50);
- profili normali (scala 1:20 o 1:50);
- disegni dei principali manufatti (scala 1:20 o 1:50);
- rapporto tecnico per i progetti più grandi (cfr. all. a pag. 70).

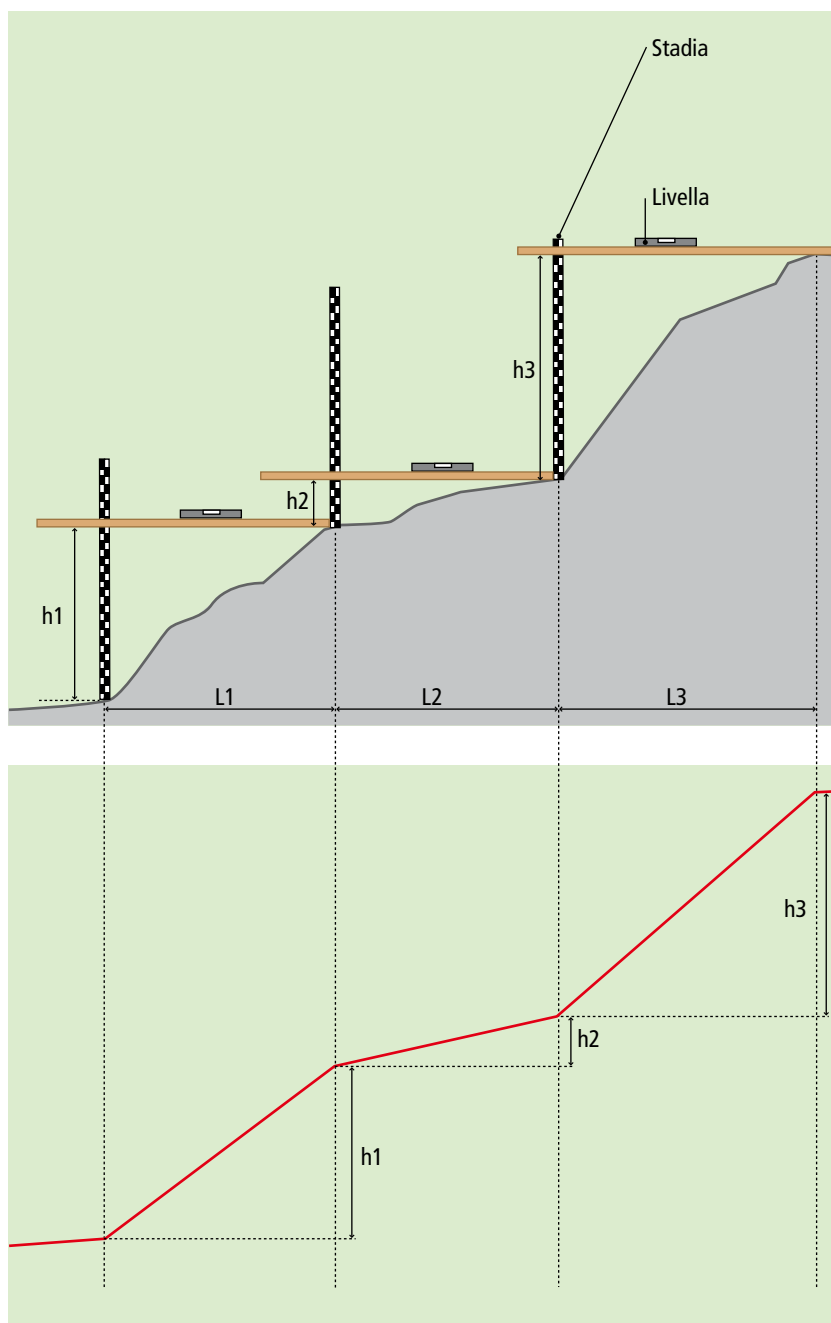


Fig. 7 Metodo di elaborazione di un profilo trasversale

Quando il tracciato tangente **zone sensibili** (ad es. zone umide, prati secchi, bandite di caccia e zone di riposo per la fauna selvatica) o **oggetti inventariati** (ad es. spazi vitali, paesaggi, attrattive naturali e culturali che meritano di essere protetti ai sensi della LPN), è imperativo un accordo con gli uffici cantonali preposti. Le informazioni relative all'integrazione delle **vie di comunicazione storiche** sono ottenibili presso le competenti au-

2. Pianificazione della costruzione

torità cantonali: servizi di protezione dei monumenti storici, di pianificazione del territorio, del genio civile ecc. Le raccomandazioni per la conservazione delle vie di comunicazione storiche sono materia di trattazione di uno degli **aiuti all'esecuzione della Confederazione** («Erhaltung historischer Verkehrswege», cfr. pag. 79).

Estratto della legge forestale (LFO)

Art. 4 Definizione del dissodamento

Si considera dissodamento ogni cambiamento, durevole o temporaneo, delle finalità del suolo boschivo.

Di regola, per i sentieri escursionistici non è necessario richiedere un **permesso di dissodamento**. Tutti i lavori di costruzione pianificati nel bosco devono tuttavia essere discussi con il forestale di circolo e il servizio forestale cantonale competente.

I costi possono essere stimati sulla base di valori indicativi (cfr. all. pag. 72). I **costi di costruzione** variano notevolmente in funzione della configurazione del terreno e dell'entità dei trasporti. Per poter allestire un preventivo dettagliato è dunque bene basarsi sulle offerte concrete delle imprese (cfr. all. pag. 71).

Conformemente alle diverse legislazioni cantonali e in funzione dell'entità dei progetti, i lavori di costruzione devono essere oggetto di una gara pubblica e di una **procedura di appalto**.

Le **competenze** in materia di costruzione e manutenzione dei sentieri escursionistici pianificati e i **rapporti di proprietà** andrebbero fissati per iscritto già in fase di progettazione (ad es. accordo, iscrizione nel registro fondiario).

2.5 Preparazione dei lavori

Prima di dare il via ai lavori sarebbe bene ricontrollare il **tracciato** segnandolo opportunamente nel terreno per mezzo di picchetti. A questo stadio è ancora possibile apportare piccole modifiche per soddisfare ad esempio le richieste dei proprietari fondiari (cfr. anche la checklist Pianificazione della costruzione che figura nell'allegato a pag. 67).

Nel **pianificare le scadenze** dei lavori si dovrebbe tener conto dei seguenti fattori: risorse personali, possibilità di trasporto, stagione, altitudine, condizioni meteorologiche, condizioni del terreno, attività agricola e pascoli.

Per eseguire lavori più complessi conviene incaricare un'**impresa di costruzioni** che dispone di manodopera, macchinari, apparecchi, strumenti e materiali propri. L'impresa è tenuta a rispettare tutte le prescrizioni di sicurezza vigenti, le scadenze pattuite e a prestare lavori di garanzia in caso di esecuzione non conforme. In allegato (pag. 73) è riportato un modello di protocollo per il collaudo dei sentieri.

Gli interventi ad opera di **militari, protezione civile e agenti ausiliari** volontari presuppongono un impegno organizzativo maggiore da parte del committente: acquistare gli strumenti, provvedere a trasporti, vitto e alloggio. Occorre inoltre garantire che sul posto siano sempre presenti esperti in materia di direzione dei lavori. Per l'intervento di agenti ausiliari si appli-

cano le seguenti **disposizioni generali** (cfr. anche cap. 2.7):

- non assegnare lavori su terreni pericolosi (pericolo di caduta o di caduta di sassi);
- non fare eseguire lavori pericolosi (motoseghe, decespugliatori, brillamenti ecc.) a personale non istruito;
- assicurare la presenza di un responsabile ogni dieci persone e l'assistenza continua su tutti i luoghi di intervento;
- adeguare il volume di lavoro alla durata dell'intervento e alla capacità lavorativa della manodopera;
- fare in modo che il cantiere sia raggiungibile al massimo in un'ora.

2.6 Macchine, apparecchi e strumenti

In molti casi, nell'esecuzione dei lavori di costruzione l'impiego di macchine edili assicura un'efficienza maggiore rispetto al lavoro manuale. Le **domande di controllo** che seguono aiutano a capire se e quando sia opportuno utilizzare queste macchine:

- la configurazione del terreno consente l'impiego di macchine? Su terreni molto impervi con pendenze superiori a 45 gradi o al 100 % l'impiego di macchinari è di regola impossibile. La ristrettezza degli spazi, ad esempio nei boschi, è un fattore decisivo per la scelta delle macchine, cui si aggiunge il vincolo di non danneggiare il patrimonio boschivo;
- il tipo di intervento giustifica l'utilizzo di macchine? Va tenuto presente che sui sentieri di larghezza inferiore al metro ha poco senso impiegare macchinari;
- vi è proporzione tra il risparmio in termini di costi derivante dall'uso delle macchine e le spese aggiuntive generate dal trasporto delle macchine, dalle misure di sicurezza ecc.?
- sono da prevedere conflitti con la gestione dei boschi e l'agricoltura?
- sono da prevedere conflitti con la tutela della natura e del paesaggio, la protezione del suolo o la protezione contro l'inquinamento fonico? Se la capacità portante del sottosuolo è scarsa, l'utilizzo di macchine può causare danni di grosse proporzioni.

Di seguito sono elencati i macchinari e gli strumenti più utilizzati nella costruzione e manutenzione dei sentieri escursionistici. Di principio tutti gli apparecchi devono essere manovrati esclusivamente da personale ben istruito.

Attrezzi da demolizione

- Scavatrice cingolata di peso fino a due tonnellate circa (più adatta di quella su ruote per la minore pressione esercitata sul terreno)
- Scavatrice a ragno (particolarmente adatta per lavori su terreni inclinati o instabili)
- Martello demolitore per asportare rocce (montato sulla scavatrice).

Compattatori

- Vibrocostipatori
- Piastre vibranti
- Rulli vibranti



Fig. 8 Scavatrice a ragno

2. Pianificazione della costruzione



Fig. 9 Cariola a motore



Fig. 10 Picconi



Fig. 11 Paranco a fune Habegger

Apparecchi per il trasporto

- Carriola a motore (autocarro a cassone ribaltabile)
- Dumper (a trazione integrale o cingolato)
- Camioncini
- Impianti di gru a cavo
- Elicotteri

Apparecchi per lavori di rimozione

- Motoseghe
- Decespugliatori

Utensili a mano

- Pale, vanghe, rastrelli
- Picconi, picozze
- Cazzuole, secchi, spazzole, plastica di copertura
- Martelli, scalpelli
- Preselle, fustelle
- Asce, scuri, roncole, seghe, falci, cesoie
- Tenaglie, cacciaviti
- Doppio metro, metro a nastro, corda per tracciare, corde
- Paranco a fune Habegger, tenditori, catene, cinghie di serraggio
- Battipali a mano
- Carriole

Vari

- Equipaggiamento personale di protezione
- Farmacia

2.7 Sicurezza sul lavoro e protezione di terzi

Le misure di sicurezza per i lavoratori e i passanti sui cantieri sono pianificate prima dell'inizio dei lavori. La Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (SIA), la Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro (CFSL), l'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (INSAI) e l'Ufficio svizzero per la prevenzione degli infortuni (upi) mettono gratuitamente a disposizione un'ampia **documentazione sui temi della sicurezza e della prevenzione degli infortuni**. La documentazione può essere scaricata da internet o ordinata direttamente presso i suddetti organismi (cfr. anche fonti a pag. 64).

Direttive, schede informative e liste di controllo sono consultabili ai seguenti indirizzi:

- <http://www.sia.ch>
- <http://www.suva.ch>
- <http://www.ekas.ch>
- <http://www.bfu.ch>

Misure di sicurezza generali

L'ordinanza sui lavori di costruzione (OLCostr) stabilisce i provvedimenti da adottare per garantire la sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori sui cantieri.

- INSAI 2006: Strumento di pianificazione «Misure proprie al cantiere per garantire la sicurezza e la tutela della salute»

Lavori forestali

I lavori che implicano l'ausilio di motoseghe devono essere eseguiti esclusivamente da personale formato e istruito. Durante i lavori forestali si deve bloccare l'accesso a un ampio settore del sentiero. Nei punti facilmente agibili occorre inoltre predisporre sbarramenti e, all'occorrenza, posti di sorveglianza.

- CFSL 1991: Direttiva «Lavori forestali»
- INSAI 2004: Istruzioni «I lavori forestali. Gli obblighi fondamentali relativi all'assicurazione infortuni e alla tutela della salute»
- INSAI 2000: Lista di controllo «Lavoro con la motosega»
- INSAI 2001: Lista di controllo «Dispositivi di protezione individuale»

Lavori su terreni impervi

A seconda delle circostanze, i cantieri situati su terreni impervi devono essere messi in sicurezza contro la caduta di massi. Si è soliti ricorrere a reti di sicurezza in fune metallica. Tutti i lavori comportanti un rischio di caduta richiedono l'adozione di speciali misure di sicurezza.

- INSAI 2006: Bollettino «Cinture di sicurezza»

Protezione di terzi

Per proteggere i passanti da qualsiasi pericolo occorre interdire l'accesso alla zona di rischio. Questa zona comprende il cantiere vero e proprio e talvolta anche le vie di trasporto nonché, in caso di pericolo di caduta sassi, anche le vie situate a valle. Si raccomandano le seguenti **misure**:

- chiudere, su entrambi i lati della zona di rischio, i sentieri escursionistici interessati dai lavori;
- informare il pubblico ai punti di partenza dei sentieri interessati dai lavori (segnalare le mete raggiungibili, apporre pannelli con indicazioni);
- segnalare le deviazioni;
- informare il Comune, l'organizzazione turistica, l'organizzazione e il servizio specializzati nel settore dei sentieri escursionistici nonché i proprietari fondiari.



3. Tracciato

Le misure necessarie per realizzare il tracciato dipendono in primo luogo dalla configurazione del terreno e dalle esigenze di utilizzazione. La decisione riguardante lo standard di costruzione è presa già nella fase iniziale della pianificazione (cfr. cap. 2).

3.1 Profili normali, standard di costruzione

Lo standard di costruzione di un sentiero escursionistico viene determinato sulla base di fattori decisivi tra cui la categoria del sentiero, i fruitori, la frequenza di utilizzazione, la topografia, il sottosuolo e il clima (cfr. cap. 2.2). Se il progetto richiede interventi costruttivi si opterà per un tracciato di larghezza compresa tra 100 e 120 cm sui sentieri segnalati in giallo e tra 50 e 80 cm sui sentieri di montagna. Per quanto riguarda i sentieri alpini, il più delle volte si rinuncia alla realizzazione di un tracciato.

Di seguito sono descritti i **profili normali** tipici più frequenti nella realizzazione dei sentieri escursionistici.

3.1.1 Sentieri sterrati

Sui terreni poco ripidi, asciutti e resistenti si può spesso rinunciare alla realizzazione del tracciato e dello strato di fondazione (cfr. sotto). Ciò permette di disegnare percorsi molto variati, tutelare il paesaggio e allo stesso tempo contenere i costi di costruzione.

3.1.2 Tracciato con strato di fondazione

Lo **strato di fondazione** è uno strato di ghiaia compattata che viene realizzato quando il terreno è poco resistente o carico di acqua, quando la frequenza di utilizzazione del sentiero è molto elevata o quando sussistono esigenze particolari in termini di confort (cfr. anche cap. 3.2.3). Sui sentieri escursionistici, uno strato spesso 10–15 cm garantisce solitamente una stabilità sufficiente. Sui sentieri molto sollecitati (ad es. per il passaggio di bestiame) andrebbe previsto uno spessore di circa 30 cm. Se il fondo è molle, sotto lo strato di fondazione può essere inserita una stuoia in **geotessile** per evitare che la ghiaia si mischi con il materiale sottostante.

I materiali che meglio si prestano per gli strati di fondazione sono le sabbie ghiaiose e i pietrischi, che grazie alla loro **diversa granulometria** (da 0 a 32 mm) consentono di ottenere un piano ben compattato. Se si ritiene opportuno aggiungere uno strato di usura (cfr. sotto), lo strato di fondazione può essere realizzato con materiale di granulometria fino a 63 mm.

Se il terreno è fortemente sollecitato, lo strato di fondazione può essere ricoperto con uno **strato di usura** in sabbia ghiaiosa (granulometria fino a 16 mm), spesso circa 5 cm. La maggior parte dei sentieri escursionistici non richiede questo strato supplementare.

Di regola, nelle zone palustri non si possono realizzare strati di fondazione,

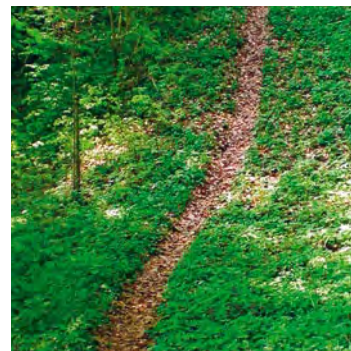


Fig. 12 Sentiero sterrato



Fig. 13 Tagliare l'erba lungo una striscia di terreno

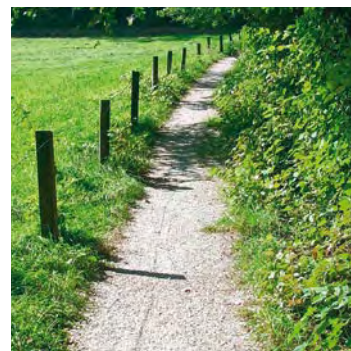


Fig. 14 Sentiero con strato di fondazione

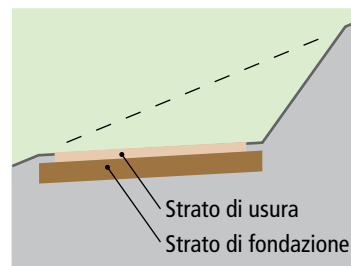


Fig. 15 Profilo normale di un sentiero con strato di fondazione

3. Tracciato

poiché la ghiaia favorisce un apporto indesiderato di nutrienti. In questi casi il **truciolato** rappresenta una buona alternativa poiché è un materiale che crea una superficie morbida e piacevole da percorrere. Il truciolato si sbriciola in tempi relativamente veloci e va dunque sostituito periodicamente.

3.1.3 Tracciato nella roccia

Nella roccia si può in molti casi rinunciare allo strato di fondazione, a condizione che il suolo sia aderente e il sentiero sufficientemente largo. Ciò che conta è la libertà di movimento nella parte superiore del corpo: all'altezza delle spalle il sentiero dovrebbe infatti essere più largo del piano di calpestio. A seconda del tipo di roccia e della frequenza di utilizzazione, nella roccia possono formarsi punti lisci e levigati molto sdruciolevoli. Per impedire scivolamenti verso valle, la superficie di calpestio può essere inclinata leggermente verso monte. Nei passaggi più ripidi una soluzione efficace consiste nello scolpire dei gradini nella roccia.

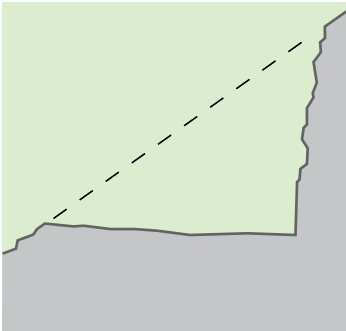


Fig. 16 Profilo normale nella roccia. Piano di calpestio leggermente inclinato verso monte



3.1.4 Camminamenti

I camminamenti sono costituiti da tronchi di legno allineati in senso perpendicolare all'asse longitudinale del sentiero. I tronchi sono legati l'uno



Fig. 17 Camminamento

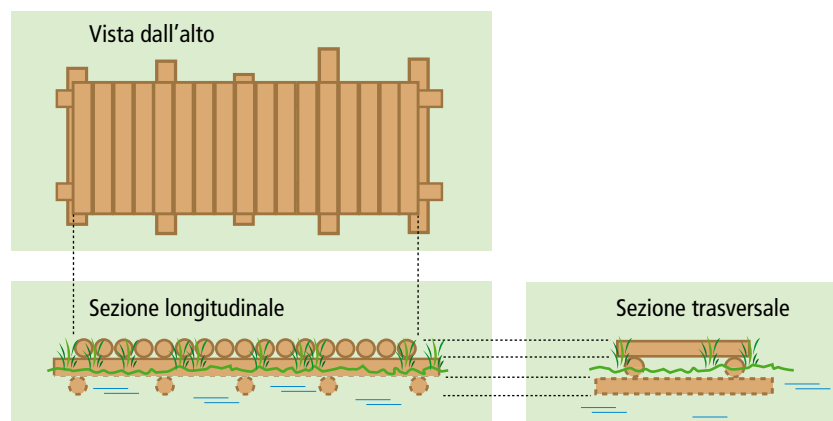


Fig. 18 Camminamento

all'altro con filo metallico oppure fissati su pali di legno sistemati in senso longitudinale. Se il suolo è molto molle, i pali longitudinali possono a loro volta essere sostenuti da pali trasversali (fig. 18). I camminamenti sono una soluzione efficace per l'attraversamento di zone umide e poco stabili. Per la realizzazione di questi camminamenti si prestano **tipi di legno duri** (cfr. all. pag. 77). Per motivi di tutela dell'ambiente, nelle zone umide si rinuncia di regola a usare legno trattato chimicamente. Per prevenire il rischio di scivolare sul legno bagnato si può sovrapporre una rete metallica (lamiera stirata).

3.2 Esecuzione dei lavori

3.2.1 Lavori di rimozione

Prima di iniziare i lavori è necessario sgomberare il terreno su cui scorrerà il tracciato. Il percorso è scelto in maniera tale da evitare il più possibile l'abbattimento di alberi. Se non si può farne a meno, spetta al competente **forestale di sezione** indicare quali alberi vanno abbattuti. Il materiale rimosso viene se possibile accatastato nelle immediate vicinanze. Mucchi di rami e tronchi possono essere impiegati anche come **misure per convogliare i turisti** (cfr. cap. 3.3.3). I massi più grossi vengono spinti ai margini del sentiero o inglobati nel tracciato sottoforma di gradini.

3.2.2 Lavori di scavo

Prima di iniziare grossi lavori di scavo vanno chiarite le esigenze in materia di **protezione del suolo**. Gli uffici cantonali preposti alla protezione del suolo dispongono di tutte le informazioni necessarie. Va inoltre verificato se nel sottosuolo scorrono **condotte di servizio** (elettricità, telefono, gas, acqua ecc.). Le informazioni riguardanti le condotte di servizio possono essere richieste alle divisioni delle costruzioni stradali di Cantoni e Comuni o ai gestori competenti.

Terreno pianeggiante

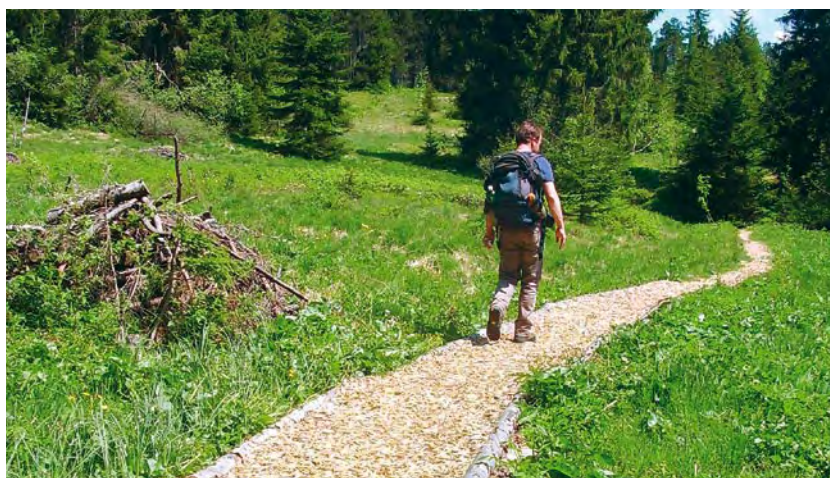
Sui terreni pianeggianti e privi di copertura boschiva, una volta terminati i lavori di rimozione viene asportato uno strato di terra dello spessore necessario per raggiungere la profondità di posa dello strato di fondazione previsto. Sui terreni più porosi si procede alla compattazione del piano di scavo. Il materiale di scavo viene spianato se possibile ai margini del sentiero oppure trasportato altrove.

Per proteggere le radici, nel bosco si dovrebbe evitare di rimuovere il suolo. Se si rende necessario lo strato di fondazione, questo andrebbe posato direttamente sul terreno naturale (cfr. cap. 3.2.3).

Terreni declivi

Per realizzare tracciati su terreni in pendenza sono necessari lavori di scavo più complessi. Viene dapprima rimosso e prelevato lo strato superiore di humus, che viene conservato in un deposito intermedio **separatamente dal**

Fig. 19 Sentiero con strato di fondazione realizzato direttamente sul terreno naturale



sottosuolo. Al termine dei lavori di scavo, l'humus viene posato sulle scarpate, in modo da accelerare il processo di inerbimento. Sui pendii erbosi, lo strato superiore del terreno può essere ritagliato, prelevato e depositato sotto forma di **zolle erbose** (cfr. cap. 5.5.1).

Una volta asportato lo strato di humus viene rimosso il sottosuolo, scavando il necessario per ottenere un sentiero della larghezza prestabilita. Se il sottosuolo è poroso si procede alla compattazione del piano di scavo. Il materiale di scavo eccedente viene spianato sui lati o trasportato altrove. Si sconsigliano grosse opere di riporto per la realizzazione delle scarpate (arginature), poiché sui sentieri vi è un notevole rischio di franamento. A questo proposito richiedono particolare attenzione il **drenaggio** (cap. 4) e il **consolidamento delle scarpate** (cap. 5.5).

Roccia

La progettazione e l'esecuzione di sentieri su terreni rocciosi vanno sempre affidate a imprese specializzate. Si tratta infatti di lavori molto complessi e costosi che richiedono l'impiego di attrezzature e tecniche speciali (compressori, martelli demolitori, brillamenti). In molti casi si devono realizzare dispendiosi **manufatti** quali passerelle, scale o scale a pioli. La difficile accessibilità del luogo e le speciali **misure di sicurezza** richieste rendono i lavori ancora più costosi.

3.2.3 Posa dello strato di fondazione

Lo strato di fondazione viene posato se possibile dal davanti, ovvero con le macchine edili che procedono sullo strato di fondazione già gettato, onde evitare di danneggiare il piano di scavo. L'ideale sarebbe costruire lo strato di fondazione procedendo verso monte. Di regola il materiale viene trasportato sul posto con una carriola a motore e spianato per mezzo di un escavatore. Lo strato di fondazione può essere costipato in maniera ottimale quando è umido. La superficie del sentiero (piano di calpestio) è di norma 5 cm più alta del terreno naturale circostante. Per garantire un drenaggio efficace, la superficie del sentiero dovrebbe presentare una **pendenza trasversale** (cfr. cap. 4.1).



Fig. 20 Lo strato di fondazione viene posato dal davanti

Nel bosco lo strato di fondazione viene spesso posato direttamente sul suolo naturale, così da tutelare le radici. Questa misura si è rivelata efficace anche sui **sottosuoli umidi**, perché consente di prevenire la saturazione idrica del sentiero. Rifinendo il sentiero con appositi bordi si può evitare il cedimento dei margini (cfr. cap. 3.3.1).

3.3 Misure di accompagnamento

3.3.1 Cordoli

I cordoli sono strutture che servono a impedire il cedimento dei margini del sentiero. Possono essere realizzati sotto forma di semplici pali di legno fissati per mezzo di picchetti o ferro di armatura. Queste strutture si rivelano molto efficaci sia sui **terreni declivi** (fig. 22) sia sui sentieri pianeggianti con strato di fondazione **gettato direttamente sul suolo naturale** (fig. 24). Sui terreni in pendenza, sotto lo strato di fondazione si consiglia di posare – come misura anti-dilavamento – una stuoia in geotessile fissata ai cordoli.

A differenza delle strade carrabili, i sentieri escursionistici non sono dotati di banchina. Né i blocchi di demarcazione né le cordonate in pietra sono tecniche molto diffuse nel campo della costruzione dei sentieri escursionistici.

3.3.2 Serpentine

Le serpentine sono una tecnica per ridurre la pendenza del sentiero (cfr. anche cap. 2.1). L'acqua proveniente dal drenaggio longitudinale (cfr. cap. 4.2) è fatta defluire in corrispondenza dei **punti di svolta**. I punti di svolta vengono realizzati su tratti piani e stabili del pendio. In presenza di massi e alberi, il percorso viene possibilmente fatto deviare. Queste misure hanno lo scopo di rendere comodo il sentiero e prevenire il dilavamento della superficie di calpestio. Quando i punti di svolta devono necessariamente essere collocati su tratti ripidi, nell'area di curva la larghezza del tracciato viene raddoppiata. Inoltre, nei punti di svolta si possono facilitare i sali-scendi costruendo alcuni gradini. Un'opportuna inclinazione trasversale dei gradini verso il lato esterno della curva favorisce il deflusso dell'acqua.

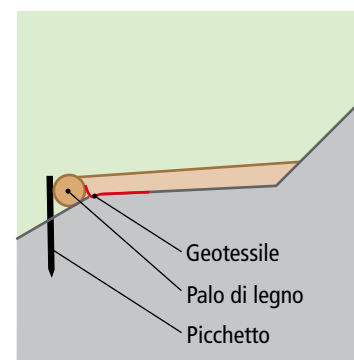
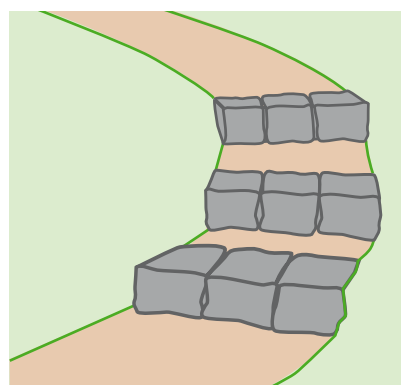
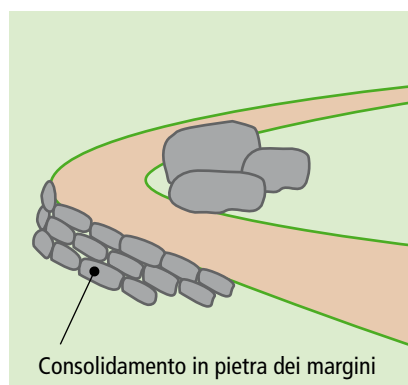


Fig. 21 Cordolo su un lato



Fig. 22 Cordolo su un lato

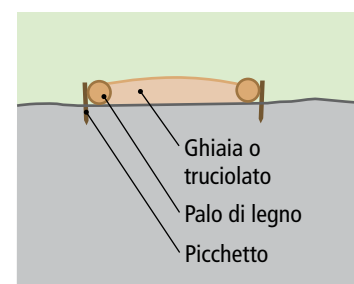


Fig. 23 Cordolo su entrambi i lati



Fig. 24 Cordolo su entrambi i lati

Fig. 25 Punto di svolta con muretto o scala



Fig. 26 Drenaggio nel punto di svolta

Fig. 27 (A destra) Serpentine tracciate correttamente per impedire danni da erosione e accorciamenti del percorso.



Fig. 28 Un tronco blocca l'accesso a una pista non percorribile.

Comportamento degli escursionisti

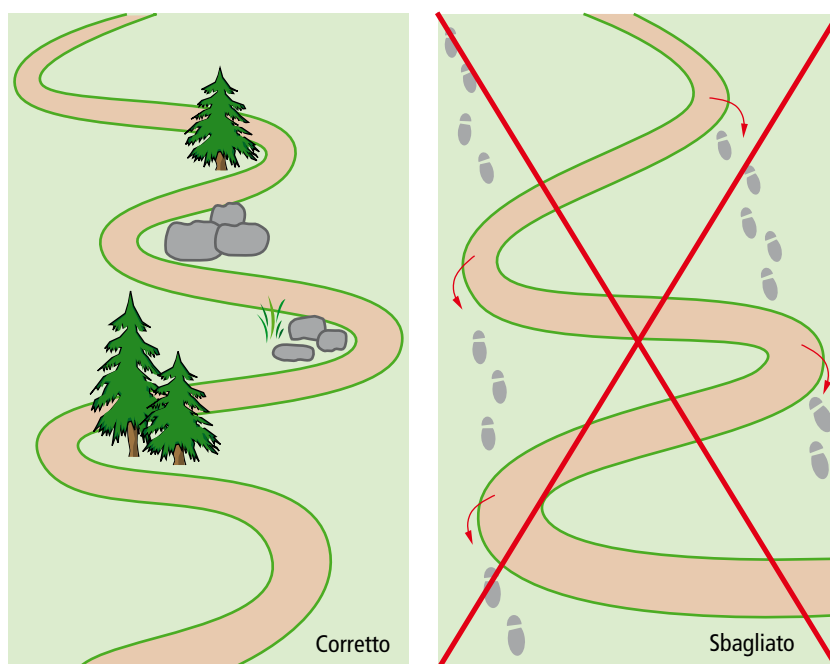
Gli escursionisti evitano i tratti poco ben mantenuti, acquitrinosi o sui quali la vegetazione è cresciuta liberamente: è così che si creano piste non pianificate.

Se le passerelle sono troppo strette, incrociandosi o superandosi gli escursionisti fuoriescono sulla fascia di terreno adiacente.

In prossimità della meta gli escursionisti preferiscono prendere la via più breve e diretta.

In assenza di segnavia o mete precise, gli escursionisti tendono a camminare lungo linee direttrici (margini del bosco, siepi).

Una volta raggiunta una certa quota gli escursionisti sono restii a percorrere tratti intermedi in discesa.



È essenziale che i punti di svolta non coincidano con la **linea di massima pendenza** (cfr. fig. 27). Di conseguenza, i tratti di sentiero tra un punto di svolta e l'altro dovrebbero avere lunghezze diverse e ciò allo scopo di evitare che nei punti di svolta l'acqua defluisca direttamente sulla curva sottostante, provocando danni da erosione. Questo accorgimento vanifica inoltre i tentativi di accorciare il percorso tagliando da una curva all'altra.

3.3.3 Misure per convogliare gli escursionisti

In molti luoghi è importante che gli escursionisti non abbandonino il sentiero per motivi di sicurezza, per prevenire danni al suolo o ancora per ragioni legate alla protezione della natura. Le misure di convogliamento elencate di seguito consentono di guidare opportunamente gli escursionisti:

- la soluzione più efficace per indirizzare i turisti è offrire loro **sentieri ben costruiti e mantenuti**;
- si rivelano altrettanto efficaci una **segnaletica** capillare e ben visibile nonché **cartelli indicatori** posizionati con criterio;
- per evitare diramazioni indesiderate su piste non percorribili si possono **piantare arbusti** o **sistemare tronchi**, massi di pietra o mucchi di rami. Anche i **corrimano** (listelli trasversali fissati su paletti) sono un metodo efficace per segnalare agli escursionisti che in un dato punto non si può abbandonare il sentiero;
- le **recinzioni** che delimitano i sentieri su lunghi tratti sono per gli escursionisti una misura di convogliamento poco piacevole e andrebbero pertanto ridotte al minimo indispensabile. Il tratto va recintato quando l'attraversamento di pascoli con tori, vacche nutrici o cavalli è inevitabile e non è nemmeno possibile spostare il sentiero o il pascolo. Va sempre rispettata una distanza minima di 30cm tra il recinto e il margine del sentiero;

3. Tracciato

- gli **sbarramenti** si prestano in particolare quando si vuole bloccare il sentiero con effetto immediato (ad es. punti pericolosi per danni dovuti al maltempo).



4. Drenaggio

I danni più frequenti riscontrati sui sentieri sono dovuti al cattivo drenaggio. Un sistema di drenaggio ben adeguato alle condizioni del luogo permette di ridurre drasticamente gli interventi di manutenzione. Sui sentieri escursionistici il drenaggio svolge sostanzialmente le funzioni seguenti:

- far defluire **le acque meteoriche** che cadono direttamente sul sentiero;
- far defluire **l'acqua di versante** che affluisce sul sentiero dai lati.

Le misure di drenaggio devono essere adattate al terreno circostante e in corrispondenza di zone sensibili essere concertate con **esperti dei settori dell'agricoltura e della protezione della natura**. Nelle zone umide un drenaggio non adeguato può avere ripercussioni particolarmente gravi.

4.1 Drenaggio trasversale

Il drenaggio trasversale serve a far defluire verso i lati la pioggia che cade direttamente sul sentiero. Nella maggior parte dei casi ciò è possibile inclinando il piano in senso trasversale. Sui sentieri che presentano una pendenza longitudinale vanno predisposti anche canali di scolo trasversali (cfr. cap. 4.1.2).

4.1.1 Drenaggio tramite inclinazione della superficie del sentiero

Inclinazione trasversale verso valle

In caso di pendenze lievi o medie, afflusso limitato di acqua di versante e scarpata stabile sul lato a valle, un'inclinazione del 3-5 per cento verso valle garantisce un drenaggio efficace lungo il sentiero. Il drenaggio verso valle ha il vantaggio di richiedere **interventi di manutenzione ridotti**, poiché non si rende necessario un sistema di drenaggio longitudinale. In caso di forte afflusso di acqua di versante la superficie del sentiero e la scarpata a valle sono tuttavia esposte al rischio di erosione.

Inclinazione trasversale verso monte

In caso di forte afflusso di acqua di versante e/o suolo interessato da fenomeni di erosione, è opportuno inclinare verso monte del 3-5 per cento la superficie del sentiero. Questa soluzione può rivelarsi efficace anche su terreni esposti, poiché consente di prevenire franamenti verso valle. Sui sentieri inclinati verso monte l'acqua viene fatta defluire mediante un **drenaggio longitudinale sul lato a monte** e canalette di scolo trasversali (cfr. cap. 4.2 e 4.3).

Inclinazione trasversale su sentieri pianeggianti

Anche sui sentieri pianeggianti si può ricorrere a un'inclinazione trasversale del piano come sistema di drenaggio. Se il terreno circostante è in grado di assorbire sufficienti quantità di acqua, non è necessario adottare misure supplementari. Sui terreni tendenti a saturazione idrica si raccomanda di predisporre anche un sistema di drenaggio longitudinale (cfr. cap. 4.2). L'inclinazione trasversale va rinnovata di tanto in tanto, poiché con il tempo il terreno si livella.

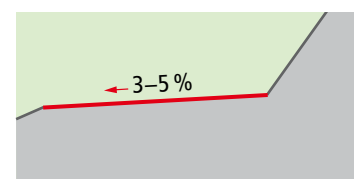


Fig. 29 Inclinazione trasversale verso valle

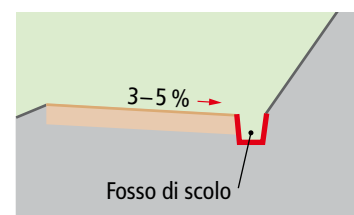


Fig. 30 Inclinazione trasversale verso monte

4.1.2 Canalette trasversali

Le canalette trasversali servono a evacuare lateralmente l'acqua sui sentieri con inclinazioni longitudinali pari o superiori al 10 per cento. Consentono inoltre di far defluire l'acqua derivata dai sistemi di drenaggio longitudinale.

Fig. 31 Canaletta trasversale



La **distanza** tra una canaletta e l'altra può variare tra 5 e 60 metri. Più un sentiero è esposto a fenomeni di erosione, ovvero maggiori sono l'inclinazione longitudinale e la frequenza delle precipitazioni intense, minore è la distanza tra una canaletta e l'altra.

Per fare in modo che si **puliscono da sole** con il defluire dell'acqua, le canalette trasversali vengono costruite con un'inclinazione del 5 per cento circa e un angolo compreso tra i 30 e i 45 gradi rispetto all'asse longitudinale del sentiero. L'ideale sarebbe farle fuoriuscire di almeno 20 cm dal bordo del sentiero. Per evitare **il processo di erosione**, la scarpata a valle viene consolidata collocando pietre in corrispondenza del punto di sbocco (fig. 32). Sui terreni esposti al rischio di erosione le acque meteoriche vanno evacuate in maniera controllata, convogliandole ad esempio verso ruscelli, fossi o terreni più stabili nelle immediate vicinanze. Le canalette trasversali devono essere pulite periodicamente.

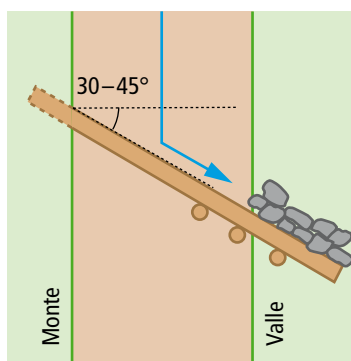


Fig. 32 Canaletta trasversale in tondelli di legno

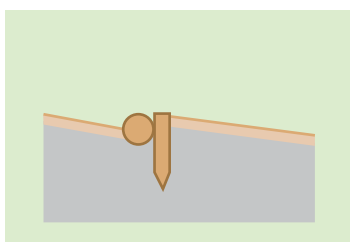


Fig. 33 Canaletta trasversale in tondelli di legno

Canalette trasversali in tondelli di legno o travi

Un metodo semplice per ricavare delle canalette trasversali prevede l'utilizzo del legno (fig. 33). A circa 10 cm di profondità nel sedime del sentiero vengono posati tondelli di legno o travi di diametro non superiore ai 25 cm, che vengono fissati per mezzo di picchetti o ferro di armatura. Sul lato a monte vengono interrati nella scarpata per evitare che l'acqua possa scorrere lungo il sentiero. Le canalette trasversali in tondame si prestano per tutti i tipi di sentieri e i regimi pluviometrici.

Canalette trasversali in pietra naturale

Le canalette trasversali possono essere realizzate facilmente anche in pietra naturale. Le pietre, modellate su misura, vengono allineate trasversal-

4. Drenaggio

mente sul sentiero e incastonate nel sedime a una profondità di 10–20 cm. Per impedire il ribaltamento delle pietre si utilizzano picchetti o ferro di armatura. Ad ogni livello, la prima pietra viene inserita nella scarpata a monte in modo tale che l'acqua non possa scorrere via. Le pietre non dovrebbero fuoriuscire più di 15 cm dalla superficie del sentiero. Le canalette trasversali in pietra naturale sono molto utilizzate sui sentieri di montagna, poiché sono adatte a tutte le condizioni meteorologiche.

Fossi con riporto di ghiaia

Un altro sistema semplice per realizzare canali di scolo trasversali consiste nello scavare fossi piatti nel senso trasversale del sentiero. Il materiale di scavo viene ammucciato e costipato lungo il fosso per creare un terrapieno. Il dislivello tra il fosso e il terrapieno è di circa 20 cm. La larghezza del fosso può raggiungere i 50 cm. La realizzazione e la manutenzione di queste opere sono poco dispendiose. I fossi con riporti di ghiaia sono adatti sui sentieri con inclinazione longitudinale lieve e precipitazioni moderate.

Cunette trasversali

Le cunette trasversali sono un sistema di scolo trasversale molto frequente sui sentieri escursionistici. Sono più durature delle semplici canalette trasversali di legno, pietra naturale o terrapieni, ma la loro realizzazione è più dispendiosa. Le cunette trasversali possono essere costruite sul posto utilizzando legname tagliato o pietre sgrossate (fig. 35 e 36). Sono in commercio cunette trasversali prefabbricate in legno, calcestruzzo e acciaio. La profondità d'infissione nel sedime è di circa 15 cm e il bordo superiore della cunetta si situa allo stesso livello della superficie del sentiero. La dimensione interna dovrebbe corrispondere a 10–15 cm. Sui sentieri ripidi vi è il rischio che le cunette vengano schiacciate sotto la spinta delle sponde. Nelle cunette di legno si può prevenire il rischio piantando **cambre**. Per conferire maggiore resistenza e contrastare la pressione dal basso si può prevedere anche un consolidamento verticale delle cunette per mezzo di ferro di armatura o tiranti fissati al suolo. Le cunette trasversali sono una soluzione efficace sui sentieri larghi più di 2 m ed esposti a forti precipitazioni.

Tubazioni

L'acqua raccolta per mezzo dei sistemi di drenaggio longitudinale (cap. 4.2) può essere evacuata anche attraverso tubi invece che canali di scolo trasversali. Il diametro interno delle tubature non dovrebbe essere inferiore ai 15 cm. Potendo essere interrati, i tubi consentono di realizzare piani di calpestio molto confortevoli. Le tubature richiedono tuttavia frequenti interventi di manutenzione poiché si intasano facilmente.

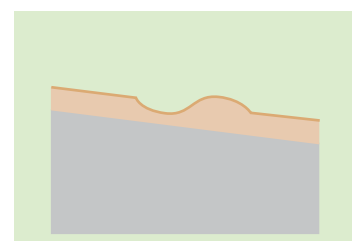


Fig. 34 Fosso con riporto di ghiaia

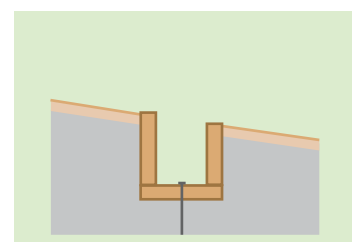


Fig. 35 Cunetta in legno

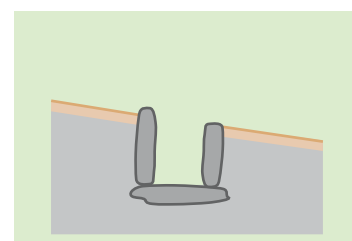


Fig. 36 Cunetta in pietra

4.2 Drenaggio longitudinale

I sistemi di drenaggio longitudinale servono a evacuare l'acqua di versante o l'acqua di deflusso che scorre sulla superficie, e ciò in particolare sui sentieri che presentano un'inclinazione trasversale verso monte (cfr. cap. 4.1.1) o confinano con terreni a bassa capacità di assorbimento.

Il drenaggio longitudinale avviene, laddove possibile, per mezzo di fossi aperti. Per garantire un deflusso sufficiente è necessaria un'inclinazione longitudinale costante del 3-5 per cento. L'acqua derivata dal drenaggio longitudinale viene evacuata in corrispondenza delle curve e dei punti di svolta oppure per mezzo di scarichi trasversali.

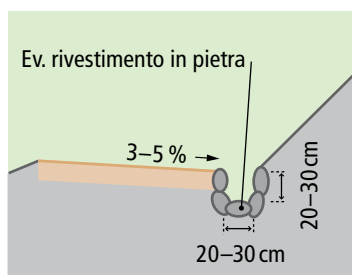


Fig. 37 Fosso di evacuazione

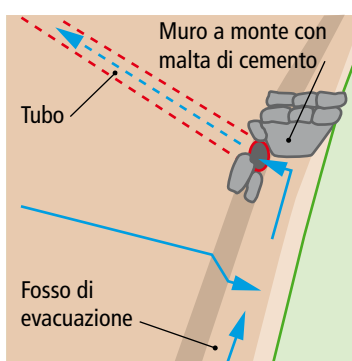


Fig. 38 Pozzetto

Fossi aperti

La variante più diffusa dei sistemi di drenaggio longitudinale sono i fossi aperti verso monte (fig. 37). Le **dimensioni** dei fossi dipendono dalla superficie imbriferata, dall'intensità delle precipitazioni, dall'inclinazione longitudinale e dagli intervalli tra gli scarichi trasversali. Nella maggior parte dei casi sono sufficienti una larghezza e una profondità di 20-30 cm. Se il sottosuolo è instabile e il sentiero ha un'inclinazione longitudinale superiore al 15 per cento è opportuno rinforzare i fossi internamente. Nella costruzione dei sentieri hanno dato prova di efficacia i rivestimenti in pietra. Gli elementi in calcestruzzo e i canaletti metallici sono poco estetici e vengono pertanto utilizzati solo di rado.

Pozzetti

I pozzetti servono a convogliare verso gli scarichi trasversali l'acqua derivata dal drenaggio longitudinale. A tale scopo, il fosso longitudinale deve essere dotato di un **muro di monte** ubicato direttamente sotto il pozzetto. I muri di monte possono essere realizzati in pietra e se necessario essere turtati con la malta. Sono efficaci anche elementi tubolari in calcestruzzo posti in senso verticale e dotati di chiusura. A tutela della piccola fauna, i pozzetti non devono essere provvisti di **profondi bacini di decantazione** contenenti acqua stagnante.

Drenaggi

Nell'ambito della costruzione dei sentieri i drenaggi (fig. 39) sono una soluzione opportuna solo in casi eccezionali, poiché la loro realizzazione è costosa e richiedono molti interventi di manutenzione. I drenaggi entrano in linea di conto solo quando non si possono costruire fossi aperti per ragioni di sicurezza.

Come materiali di **riempimento** per la trincea drenante (filtro a ghiaia) si raccomanda l'utilizzo di sabbie ghiaiose pulite di diverse granulometrie (Kuonen, 1983). La ghiaia uniforme si presta meno, poiché consentirebbe al materiale fine di passare attraverso le intercapedini con il rischio di intasare i drenaggi. Per evacuare afflussi più consistenti di acqua si può posare un tubo di drenaggio sul fondo della trincea. In questo caso è necessario prevedere **pozzi per la manutenzione** a intervalli regolari di circa 50 m come pure in corrispondenza di cambiamenti di direzione e grossi afflussi di acqua. I filtri a ghiaia vanno puliti periodicamente e le condutture spurgate.

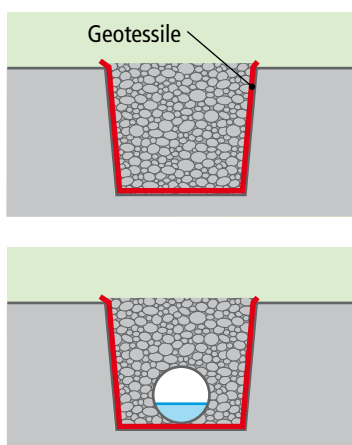


Fig. 39 Drenaggi, sotto con tubo di evacuazione

4.3 Drenaggio delle scarpate

Fintantoché i versanti e le scarpate sono ricoperti da un manto vegetale fitto e uniforme e non presentano segni di erosione o franamenti, non si rende necessaria nessuna opera di drenaggio. In caso di **scarpate impregnate d'acqua e instabili** si raccomanda la realizzazione di un sistema di drenaggio sulla scarpata a monte e in taluni casi anche quella a valle.

Evacuazione delle acque mediante piantagione di arbusti

Sulle scarpate interessate da un afflusso minimo ma continuo di acqua, un metodo efficace di drenaggio è la piantagione di arbusti. Attraverso le radici gli arbusti assorbono continuamente acqua, che evapora attraverso le foglie. Una piantagione di arbusti funge dunque da sistema di pompaggio capillare in grado di drenare il suolo fino in profondità. Le radici contribuiscono inoltre a consolidare la scarpata (cfr. cap. 5.5). Gli arbusti con funzione drenante vanno scelti e piantati da esperti del settore. Sul sito della Verein für Ingenieurbiologie (www.ingenieurbiologie.ch) sono forniti gli indirizzi di **imprese specializzate**.

Barbacani e rivestimenti in ghiaia

Quando si costruiscono sentieri escursionistici lungo i versanti si perforano spesso strati acquiferi. Per evacuare efficacemente l'acqua e stabilizzare queste scarpate si realizzano barbacani a forma di Y che vengono riempiti con pietrisco o calcestruzzo (fig. 40). In corrispondenza di fuoriuscite d'acqua estese, nella scarpata si costruiscono spesso intere superfici di infiltrazione che consistono in rivestimenti di ghiaia. L'acqua proveniente dai barbacani o dai rivestimenti in ghiaia viene evacuata per mezzo di un sistema di **drenaggio longitudinale** (cfr. cap. 4.2).

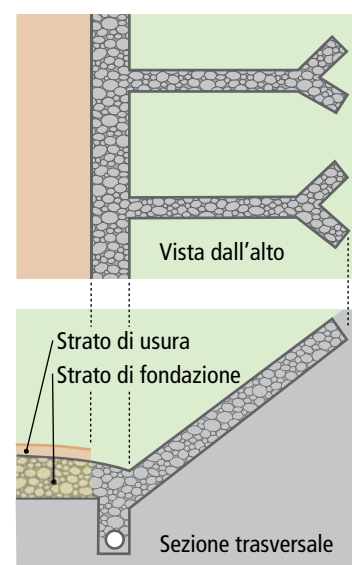


Fig. 40 Barbacani



5. Manufatti

I manufatti hanno la funzione di stabilizzare i sentieri, proteggere gli escursionisti da pericoli o migliorare il confort del piano di calpestio. Trattandosi di opere dispendiose in termini sia di costruzione sia di manutenzione, il loro numero è limitato al minimo indispensabile.

5.1 Attraversamenti di corsi d'acqua e fossati

I corsi d'acqua e i fossati con flusso discontinuo d'acqua devono poter essere attraversati in massima sicurezza e su un piano di calpestio per lo più asciutto. Le soluzioni costruttive per l'attraversamento di corsi d'acqua e fossati devono essere studiate in funzione da un lato delle **portate massime** e dall'altro delle esigenze specifiche della rispettiva **categoria di sentieri**. Conformemente alla norma svizzera SN 640 829a, l'attraversamento dei corsi d'acqua è previsto per mezzo di passerelle o ponti sui sentieri marcati in giallo, e anche al guado o per mezzo di pietre sui sentieri di montagna. Tutte le opere destinate all'attraversamento di corsi d'acqua **richiedono specifica autorizzazione**.

5.1.1 Pietre da guado

Sono la soluzione più semplice per attraversare un corso d'acqua. Si prestano per i corsi d'acqua minori con deflusso piuttosto costante. Le pietre da guado vengono posate sull'alveo a una distanza di 0,6–0,8 m e se necessario fissate con ferro di armatura.

5.1.2 Guado

I guadi sono secche naturali o ricavate artificialmente dall'uomo per attraversare a piedi un corso d'acqua. Sui sentieri escursionistici il guado è un metodo efficace per superare corsi d'acqua con un livello di deflusso minimo inferiore a 10 cm e caratterizzato da poche variazioni di portata. I guadi dovrebbero essere larghi il più possibile per consentire all'acqua di distribuirsi su un'ampia superficie orizzontale, così da garantire sempre una bassa profondità. L'ideale sarebbe lastricare i guadi con pietre naturali recuperate nei paraggi del punto di attraversamento. Il **cemento va usato** con la massima cautela poiché l'acqua contaminata da cemento è tossica per gli organismi acquatici.

5.1.3 Tombini

Sono tubi di calcestruzzo, acciaio ondulato o plastica che vengono interrati trasversalmente al sentiero. Sono adatti per piccoli corsi d'acqua con variazioni minime dei deflussi e ridotto carico del materiale solido di fondo. I tombini devono sempre avere dimensioni generose in quanto si otturano facilmente. Richiedono manutenzione regolare.



Fig. 41 Pietre da guado



Fig. 42 Guado

5.1.4 Ponti pedonali con campata fino a cinque metri

I ponti pedonali presuppongono una pianificazione accurata e un'esecuzione a regola d'arte. Richiedono molto lavoro e materiale e devono essere controllati e mantenuti a scadenze regolari. Questo capitolo spiega come costruire **ponti pedonali con campata fino a cinque metri** seguendo la corretta prassi del settore. Per la realizzazione di ponti con campata maggiore e ponti aperti al transito di veicoli, cavalli e bestiame si raccomandano tecniche costruttive ingegneristiche conformi alle pertinenti norme (tra cui SIA 261, 263 e 265).



Fig. 43 Ponte in legno



Scelta dell'ubicazione

Il luogo di ubicazione dei ponti pedonali va scelto sulla base di due criteri fondamentali:

- larghezza minima dell'alveo del corso d'acqua o del fossato;
- presenza di punti di appoggio adeguati per le spalle.

Non sono luoghi adatti le sponde a rischio di erosione, in particolare le anse dei torrenti, che sulla parte esterna delle curve sono interessate da fenomeni di dilavamento.

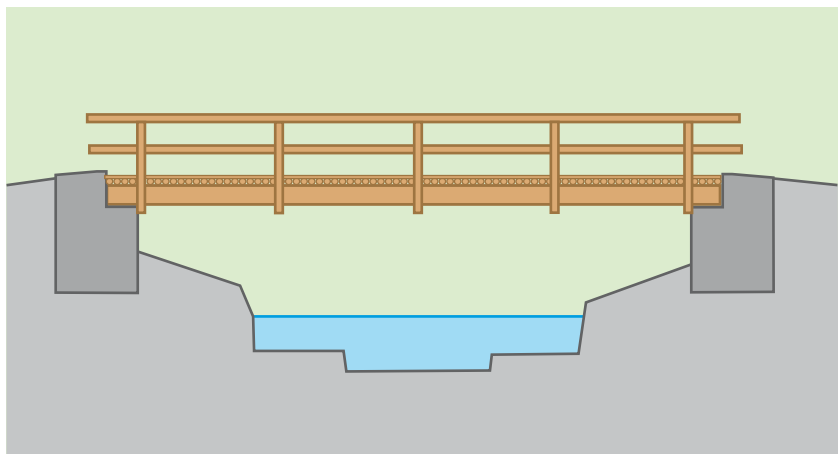


Fig. 44 Sezione longitudinale di un ponte in legno

Dimensioni e standard costruttivi

Tra il filo inferiore del ponte e il presunto livello di piena del corso d'acqua deve esserci un **bordo libero** (distanza di sicurezza) per prevenire esondazioni e ostruzioni del letto provocate dal legno galleggiante. L'altezza del bordo libero deve essere concordata con la competente **autorità preposta al rilascio dell'autorizzazione**.

La larghezza dei ponti pedonali deve essere in linea con le larghezze minime della corrispondente categoria di sentiero (cfr. cap. 3.1). Per l'installazione di parapetti si applicano le seguenti raccomandazioni:

- **parapetti su entrambi i lati** in corrispondenza di attraversamenti esposti (gole, ruscelli impetuosi ecc.) sui sentieri contrassegnati in giallo;
- **parapetti su un solo lato** su tutti gli altri sentieri contrassegnati in giallo e in corrispondenza di attraversamenti esposti sui sentieri di montagna;
- di norma, **nessun parapetto** se il ponte è alto meno di 1 metro dal suolo, nonché in caso di attraversamenti poco esposti sui sentieri di montagna come pure sui sentieri alpini.

Spalle

Le spalle dei ponti devono essere costruite su terreni con sottofondo stabile e asciutto. Una distanza adeguata dalla linea di sponda consente di prevenire il dilavamento delle sponde. Le spalle sono realizzate generalmente con blocchi di pietra, gabbioni o calcestruzzo. Il legno è un materiale che non si presta, poiché in condizioni di umidità variabile marcisce velocemente.

Se non è possibile evitare i punti caratterizzati da condizioni del suolo sfavorevoli, occorre stabilizzare il terreno di fondazione. Un metodo efficace consiste nel **sostituire il sottosuolo instabile** con sabbie ghiaiose, massi di pietra o gabbioni. Nelle zone palustri si evitano del tutto interventi di questo genere per motivi di protezione della natura. L'alternativa consiste

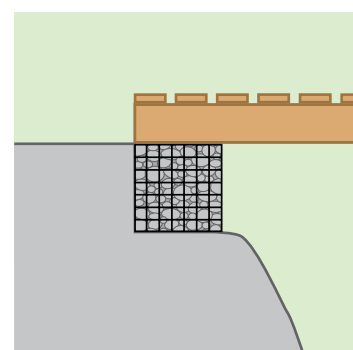


Fig. 45 Spalla realizzata con gabbioni

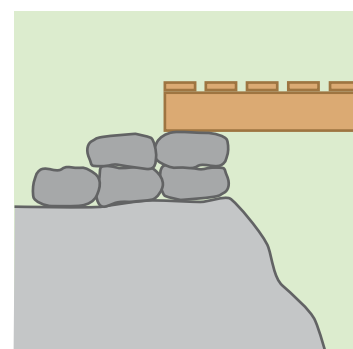


Fig. 46 Spalla realizzata con blocchi di pietra

Fig. 47 Spalla in calcestruzzo

nell'infiggere **pali di legno** nel terreno, soluzione anch'essa duratura giacché il terreno palustre acido preserva il legno.

Sovrastrutture

Le sovrastrutture dei ponti pedonali consistono spesso in semplici costruzioni di legno. Rispetto al metallo il legno ha il vantaggio di poter essere reperito in zona ed essere lavorabile con mezzi semplici. Sui sentieri escursionistici sono molto diffusi i ponti pedonali con due longheroni realizzati con pali di legno di diametro compreso tra i 20 e i 30 cm. Occasionalmente si utilizzano longheroni in acciaio zincato a caldo (si raccomanda di prestare attenzione alle indicazioni del fabbricante concernenti la portata).

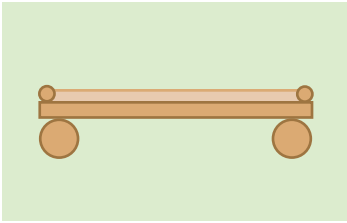


Fig. 48 Sezioni trasversali di ponti in legno

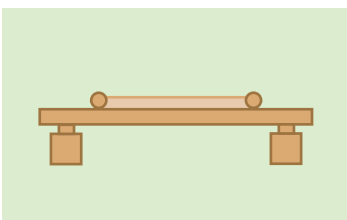


Fig. 49 (A destra) Ponte realizzato con pali di legno



Fig. 50 Piano di calpestio con pali di legno dimezzati

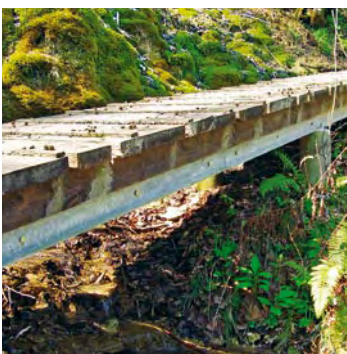


Fig. 51 Superficie di calpestio con assi di legno segato grezzo

I pali di legno o i pali di legno dimezzati di diametro pari a circa 10 cm come pure le assi di legno spesse 5–6 cm sono i materiali più adatti per la costruzione del piano di calpestio. Per garantire l'**antiscivolosità** si possono coprire i pali di legno della superficie di calpestio con uno strato sottile di ghiaia. Come rivestimento per i piani di calpestio piatti si prestano la rete metallica (lamiera stirata) o un misto di ghiaietto e resina epossidica.

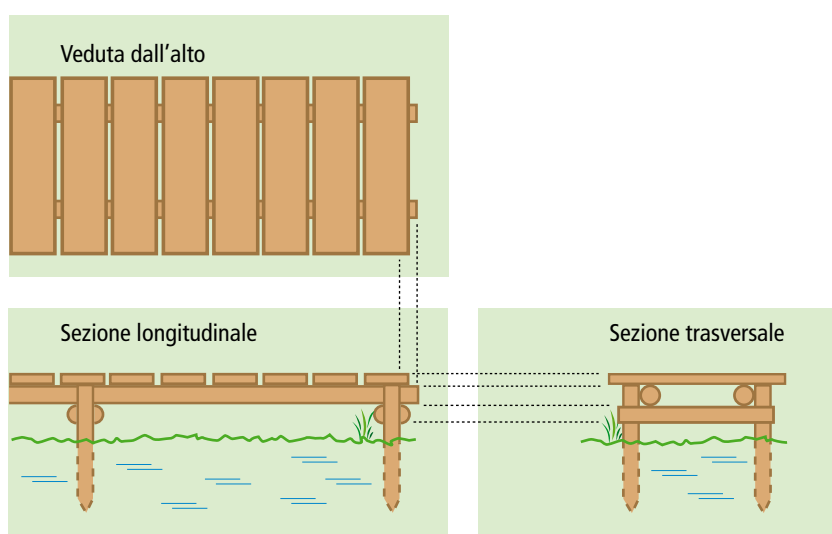
Per evitare che i ponti pedonali in legno marciscano è necessario costruirli in maniera tale che tutte le componenti si asciughino rapidamente dopo le precipitazioni atmosferiche, in particolare i longheroni. Minore è la superficie di contatto tra le parti in legno, minore è il rischio che si accumuli acqua stagnante. I longheroni a sezione circolare sono particolarmente adatti (fig. 48 sopra). Se si utilizzano longheroni a sezione rettangolare, la superficie di contatto con le travi trasversali può essere ridotta al minimo inserendo un listello di legno (fig. 48 sotto). A seconda del tipo di costruzione, i longheroni e il piano di calpestio possono essere protetti anche con membrane bituminose polimeriche. Nel caso in cui vengano usati longheroni in acciaio sarebbe meglio evitare qualsiasi contatto diretto con il legno poiché l'acido tannico corrode l'acciaio.

Per informazioni più dettagliate sulla costruzione di ponti pedonali e sul tema **protezione del legno nelle costruzioni** si rimanda alla pubblica-

zione «Costruzioni in legno per sentieri» (UFAM, 1992). La costruzione di **ponti in materiali metallici** deve essere affidata a imprese specializzate.

5.1.5 Passerelle

Le passerelle sono una soluzione ideale per l'**attraversamento di zone umide e superfici che risentono delle sollecitazioni** (paludi, zone golenali, zone di terramento). Sono indicate soprattutto laddove il regime idrico naturale del suolo non è perturbato e contemporaneamente si deve garantire un elevato confort della superficie di calpestio (cfr. cap. 3.1.4).



Le sovrastrutture delle passerelle sono il più delle volte in legno. Su terreni molto umidi anche in profondità sono adatte grosse pile in legno rotondo o calcestruzzo che fungono da appoggio. Se la saturazione idrica interessa unicamente lo strato superficiale, sovente sono sufficienti come appoggio anche spesse travi trasversali appoggiate su una base in lastre di pietra (fig. 53). Per le passerelle si prestano legni duraturi come il rovere e la robinia (cfr. all. a pag. 77). Per ragioni ambientali nelle zone umide si rinuncia in gran parte all'impiego di legni trattati chimicamente.

Le passerelle più lunghe dovrebbero essere larghe almeno 120 cm per permettere agli escursionisti di incrociarsi comodamente senza essere costretti a passare sul terreno circostante. Per quanto riguarda l'installazione di **parapetti**, per le passerelle valgono le stesse raccomandazioni dei ponti pedonali (cfr. pag. 41). La pubblicazione «Costruzioni in legno per sentieri» (UFAM, 1992) contiene informazioni complementari sulla costruzione di questi manufatti.



Fig. 52 Passerella su pile

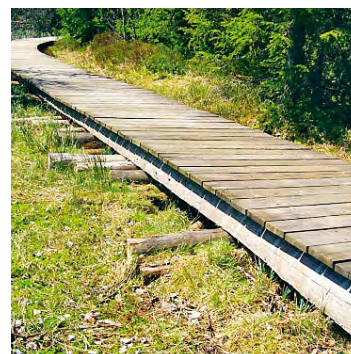


Fig. 53 Passerella su travi trasversali

5.2 Scale e scale a pioli

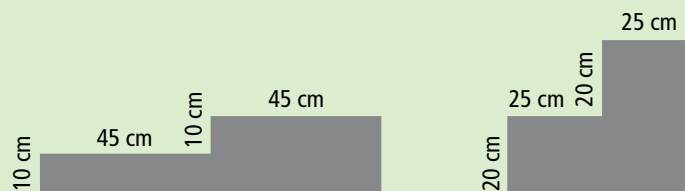
Scale e scale a pioli sono soluzioni costruttive cui si ricorre su tratti molto ripidi e per superare ostacoli. Devono essere oggetto di controlli e manutenzione regolari, perché se mal tenute possono essere pericolose.

5.2.1 Scale

Le scale facilitano il cammino su tratti in salita e discesa con inclinazione longitudinale a partire dal 25 per cento. Posizionate con criterio prevengono inoltre il **rischio di erosione**. Una soluzione ideale consiste nell'alternare brevi rampe di scale con tratti di sentiero meno ripidi. Se si costruiscono scale molto lunghe è bene inserire un pianerottolo lungo alcuni metri ogni 10–15 gradini. Questa misura consente di ridurre il rischio di erosione e di rendere più vario il percorso in salita e discesa. Si sconsigliano invece singoli gradini isolati, poiché sono più difficili da individuare e comportano di conseguenza un **pericolo di inciampo**.

In mancanza di possibilità alternative di transito, le scale dovrebbero avere una larghezza non inferiore agli 80 cm. L'altezza ideale dei gradini è compresa tra 17 e 20 cm. La pedata (superficie orizzontale del gradino) dovrebbe essere profonda almeno 25 cm. Per calcolare le dimensioni di una scala comoda va applicata la seguente **regola empirica**:

$$2 \times \text{altezza del gradino} + \text{profondità della pedata} = 65 \text{ cm}$$



Scale di legno con rinterro

Un metodo semplice per costruire le scale prevede l'utilizzo di assi, travi o pali di legno inserite nel pendio su uno e entrambi i lati e riempite con ghiaia o materiale naturale (fig. 54). Essendovi un contatto diretto con la terra è essenziale scegliere **tipi di legno duraturi** (cfr. all. pag. 77) o in alternativa legno impregnato a pressione. Il materiale è fissato per mezzo di picchetti di legno o ferro di armatura. Occorre assicurarsi che i fissaggi non sporgano dalla superficie della pedata, perché ciò comporterebbe un notevole pericolo di inciampo e lesioni (cfr. cap. 6.3.1).

Se i gradini sono inseriti nel pendio su entrambi i lati, il **drenaggio** è garantito inclinando leggermente verso valle le pedate. Sui pianerottoli intermedi l'acqua viene fatta defluire trasversalmente (cfr. cap. 4.1). Se i gradini sono inseriti nel ciglio della scarpata solo da un lato, l'evacuazione dell'acqua lungo la scala è assicurata inclinando trasversalmente le pedate di un



Fig. 54 Scala semplice

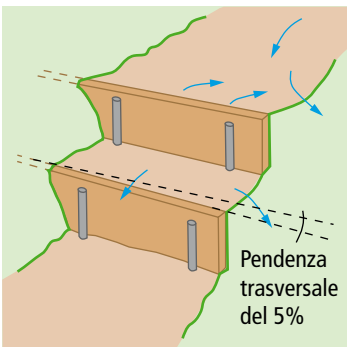


Fig. 55 Evacuare bene l'acqua dai gradini



Fig. 56 Gradino con fori trivellati per il fissaggio del ferro di armatura

3–5 per cento (fig. 55). Nelle zone interessate da frequenti precipitazioni intense può essere opportuno prevedere anche un metodo di drenaggio longitudinale sui lati (cfr. cap. 4.2). Se il drenaggio è insufficiente vi è il rischio che alcune pedate o addirittura l'intera scala vengano dilavate.

Scale di pietra

Il metodo di costruzione delle scale in pietra è simile a quello delle scale in legno. Nel sentiero vengono inserite di taglio **lastre di pietra** che vengono colmate con materiale di riporto (ghiaia o materiale naturale). Le lastre andrebbero infisse a una profondità di 20–30 cm e fissate ulteriormente piantando ferro di armatura. Se necessario, il bordo delle lastre di pietra viene sgrossato per evitare punti d'inciampo. Per costruire scale in pietra si possono usare anche grossi **blocchi** cui è data la forma di gradini, che vengono embricati lungo il sentiero. Vi sono poi diverse altre possibilità per realizzare scale in pietra, tutte basate in sostanza sulla **tecnica costruttiva dei muri a secco** (cfr. manuale «Troddenmauern», Stiftung UmweltEinsatz Schweiz, 1996). I metodi di drenaggio sono simili a quelli adottati sulle scale in legno (cfr. sopra).

Scale sospese

Le scale sospese sono costruzioni di legno e/o metallo che poggiano su apposite **spalle**. Esistono svariati metodi di costruzione: nella maggior parte dei casi i gradini sono montati su travi longitudinali (fig. 58) o fissati a travi laterali, i cosiddetti longheroni (fig. 59). Le scale sospese hanno il vantaggio di ridurre al minimo il contatto diretto del materiale con il suolo naturale, garantendo una **lunga durata di vita**. La pubblicazione «Costruzioni in legno per sentieri» (UFAM, 1992) contiene informazioni supplementari sulla costruzione delle scale e sul tema della **protezione del legno nel settore delle costruzioni**.

5.2.2 Scale a pioli

Le scale a pioli sono usate per superare tratti molto scoscesi. Se ne incontrano sui **sentieri alpini** ed eccezionalmente sui **sentieri di montagna**. Sui sentieri di montagna non dovrebbero superare i 5m di lunghezza. Essendo esse esposte di frequente a eventi meteorologici estremi, a garanzia di resistenza si raccomandano strutture in acciaio massiccio con ancoraggi stabili. Per motivi di sicurezza e manutenzione è sconsigliato l'impiego di scale a pioli in legno. La costruzione e il montaggio delle scale a pioli va affidata a specialisti del settore.



Fig. 57 Gradini di pietra



Fig. 58 Scala sospesa



Fig. 59 Scala sospesa

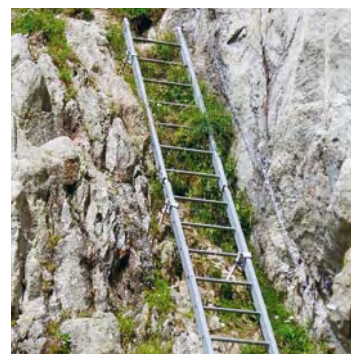


Fig. 60 Scala a pioli

5.3 Barriere e ringhiere

5.3.1 Parapetti

I parapetti hanno lo scopo di garantire **la sicurezza dei passanti** in punti a rischio di caduta. Sui **sentieri contrassegnati in giallo** se ne raccomanda l'impiego nei punti di maggiore esposizione.



Fig. 61 Parapetto di metallo

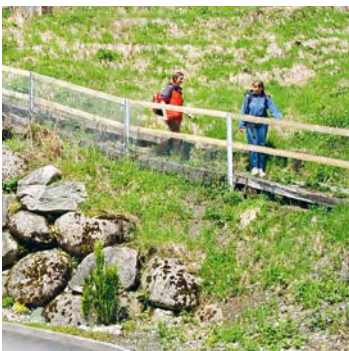


Fig. 62 Parapetto di legno

Sui **sentieri di montagna e i sentieri alpini** i parapetti non sono di norma necessari, poiché queste categorie di sentieri presuppongono un passo sicuro e assenza di vertigini (cfr. cap. 1.4). Possono fare eccezione i ponti pedonali (cfr. cap. 5.1.4). La norma SN 640 568 «Geländer/Garde-corps» contiene istruzioni sull'impiego dei parapetti in funzione dell'altezza di caduta, del terreno contiguo e della frequenza di utilizzo del sentiero.

L'altezza dei parapetti non deve essere inferiore a 1 metro. Una **barra** collocata a metà altezza può servire a impedire che gli escursionisti cadano scivolando al di sotto della traversa superiore (corrimano). I montanti sono collocati a una distanza di circa 2–3 m l'uno dall'altro e sono infissi a una profondità pari a un terzo della metà della lunghezza dei montanti. Su terreni con sottofondo instabile i montanti andrebbero annegati nel calcestruzzo. Per i montanti in legno si raccomandano un diametro di 8–12 cm e tipi di legno duraturi come il rovere e la robinia (cfr. all. a pag. 77) o legno impregnato a pressione.

Su tratti molto frequentati ed esposti può essere opportuno montare **parapetti in tubi di acciaio** con barre verticali distanziate al massimo di 12 cm. Questi parapetti sono più sicuri poiché è più difficile arrampicarvisi.

Sia la norma SN 640 568 sia l'opuscolo specialistico «Geländer und Brüstungen» (upi, 2006) forniscono indicazioni sul calcolo delle dimensioni dei parapetti. La manutenzione di questi manufatti è un tema che richiede particolare attenzione e diligenza. I parapetti che non reggono al peso di una persona possono trasformarsi in una pericolosa trappola.

5.3.2 Recinzioni

L'impiego di recinzioni lungo i sentieri escursionistici è consigliato esclusivamente se rigorosamente necessario per motivi di **sicurezza o quale misura per convogliare i turisti** (cfr. cap. 3.3.3). Filo spinato e recinzioni elettriche sono soluzioni sgradevoli per gli escursionisti. Tra il margine del sentiero e la recinzione andrebbe rispettata una distanza di almeno 30 cm.

5.3.3 Corrimano

Sui sentieri contrassegnati in giallo, sui sentieri di montagna e in via eccezionale anche sui sentieri alpini i passaggi più difficili sono muniti di corrimano sul lato a monte. Si usano a tale scopo catene, funi metalliche in acciaio cromato e più di rado anche tubi in acciaio o aste di legno. I corrimano devono essere scelti in funzione delle condizioni del luogo, essere installati da personale specializzato e controllati regolarmente per riparare eventuali danni (cfr. checklist Controllo dei sentieri, pag. 74).



Le catene zincate si prestano particolarmente bene come corrimano. Lo svantaggio delle **funi metalliche** è che i singoli cavetti possono allentarsi leggermente e provocare lesioni. Anche le **funi metalliche plastificate** si sono rivelate soluzioni poco appropriate, poiché la guaina inizia a cedere già dopo pochi anni, corrodendosi molto rapidamente. Le catene dovrebbero avere maglie di diametro non inferiore ai 7 mm, mentre per le funi metalliche si raccomanda un diametro pari ad almeno 10 mm.

Le catene devono essere **ancorate** in corrispondenza delle due estremità (iniziale e finale), di ogni cambiamento di direzione e a intervalli massimi di 3 m. Nella roccia dura (graniti, calcare) si possono utilizzare ganci a espansione o bulloni di ancoraggio adesivi. Nella roccia friabile (arenaria, dolomia, roccia disgregata) si prestano lunghi ganci di ancoraggio adesivi. Dove necessario si devono effettuare prove di strappo per determinare la lunghezza dei tiranti. Gli ancoraggi devono essere installati conformemente alle **raccomandazioni fornite dal fabbricante**.

Fig. 63 Corrimano realizzato con una catena zincata



Fig. 64 I corrimano infondono sicurezza

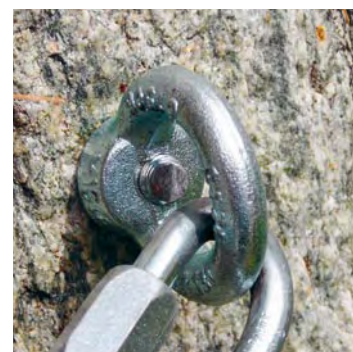


Fig. 65 Ancorare bene la catena



Fig. 66 Maglia rapida

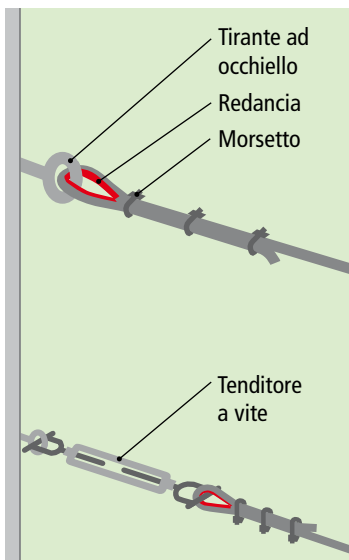


Fig. 67 Fissaggio di funi metalliche



Fig. 68 Manico isolante con gancio

Fig. 69 Passaggio lungo una recinzione elettrica. La corrente passa attraverso un cavo isolato che viene fatto scorrere sotto il passaggio

Le catene vengono fissate agli ancoraggi per mezzo di **maglie rapide**. Per le funi metalliche si rende necessario l'impiego di numerosi **morsetti**. Per preservare la fune metallica, al momento dell'ancoraggio si inserisce una **redancia** (fig. 67). Catene e funi metalliche devono essere ben tese, meglio se per mezzo di un **tenditore a vite** (fig. 67), e devono essere montate in maniera tale da ridurre al massimo il rischio di schiacciarsi le dita.

5.4 Passaggi recintati

I passaggi recintati devono essere facilmente attraversabili dagli escursionisti e al contempo garantire che il bestiame non possa scappare. La scelta del sistema più appropriato è operata d'intesa con il proprietario del bestiame e va riesaminata all'inizio di ogni stagione. Tra i sistemi più diffusi vi sono:

- **manici isolanti** da agganciare (fig. 68), particolarmente adatti per le recinzioni elettriche. Sono poco costosi e hanno il vantaggio di poter essere spostati facilmente senza richiedere grossi interventi;
- **passaggi a triangolo** (fig. 70), semplici da realizzare con il legno e per questo motivo molto diffusi. Sono adatti soprattutto sui pascoli con bestiame di grossa taglia, poiché il bestiame di piccola taglia (ad es. capre e pecore, ma anche vitelli) potrebbe riuscire a passare attraverso. Il punto di accesso dovrebbe essere largo non meno di 50 cm, il punto di svolta invece non meno di 75 cm per consentire agli escursionisti di passare anche con uno zaino. Se combinati con le recinzioni elettriche, il filo è fatto passare attraverso un tubo di plastica che scorre sotto il passaggio (fig. 69). Lo stesso principio vale anche per porte, cancelli e sbarre;
- **tornelli girevoli con staffe** (fig. 71), adatti per i pascoli di bestiame di grossa taglia. Se gli animali al pascolo sono vitelli, il montaggio di traverse impedisce loro di infilare la testa e rimanere incastrati. I tornelli girevoli con staffe sono realizzati in acciaio e richiedono un annegamento nel calcestruzzo;
- **porte e cancelli** sono adatti anche per animali di piccola taglia. L'importante è che siano muniti di montanti stabili e ben ancorati e siano dotati di un meccanismo di chiusura (ad es. chiusura a scatto, anelli). Porte



5. Manufatti

e cancelli dovrebbero richiudersi possibilmente da soli e il passaggio essere largo non meno di 70 cm;

- **sbarre richiudibili** (fig. 72), si prestano per i pascoli di bestiame di grossa taglia. Il passaggio dovrebbe essere largo almeno 70 cm. Le sbarre sono realizzate prevalentemente in acciaio;
- **scale a libro** (fig. 73), consentono di scavalcare le recinzioni per mezzo di scalini. A seconda del tipo di struttura possono essere impiegate per pascoli di animali di grossa e piccola taglia. Le scale a libro richiedono una certa agilità e andrebbero quindi utilizzate esclusivamente sui sentieri di montagna e i sentieri alpini. Nel punto più alto della scala va collocato – su un lato – un appoggiamano (montante più lungo, prolungamento dei montanti). Le scale a libro possono essere costruite sul posto, utilizzando il legno a disposizione.

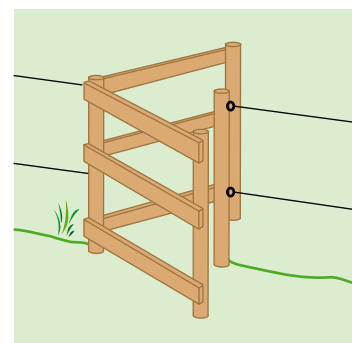


Fig. 70 Passaggio a triangolo



Fig. 71 Tornello girevole

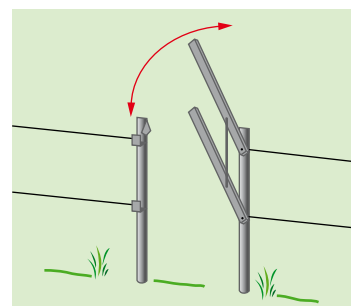


Fig. 72 Sbarra richiudibile

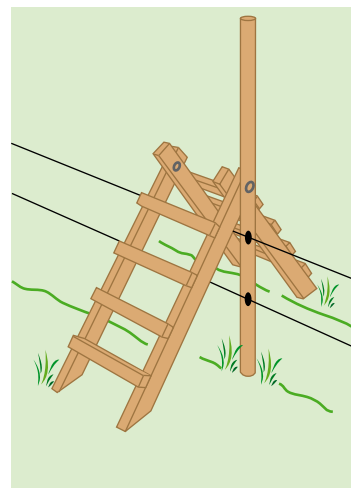


Fig. 73 Scala a libro

5.5 Stabilizzazione di scarpate e versanti

Quando si costruiscono sentieri escursionistici su terreni declivi è necessario proteggere le scarpate dai fenomeni di erosione. La **pendenza stabile massima** delle scarpate di riporto è di 30 gradi, ovvero del 60 per cento (2:3), quella delle scarpate di sterro di 45 gradi, ovvero del 100 per cento (1:1). Su queste pendenze l'inerbimento è di norma sufficiente come misura anti-erosione. Su scarpate con pendenze maggiori è opportuno predisporre opere di consolidamento supplementari, la cui pianificazione ed esecuzione vanno affidate a personale specializzato.

5.5.1 Inerbimento e tecniche vegetali

L'inerbimento e le opere di consolidamento basate su tecniche vegetali sono metodi estremamente efficaci e poco costosi per proteggere le scarpate. Il fitto intreccio di radici della copertura vegetale assicura un consolidamento meccanico del terreno e assorbe contemporaneamente acqua, con un ulteriore effetto stabilizzante sul suolo. A differenza delle opere di consolidamento con sostanze inerti, l'inerbimento e le svariate tecniche vegetali hanno un'efficacia illimitata nel tempo. Un'ampia **trattazione dei diversi metodi** in uso è fornita nel manuale «Handbuch Bautypen» del Verein für Ingenieurbioogie (Zeh, 2007).

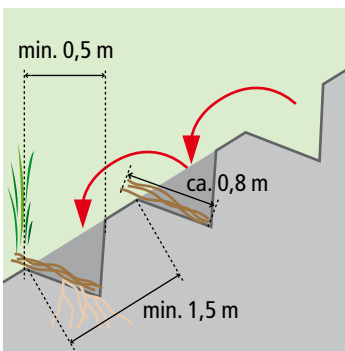


Fig. 74 Gradonata viva con ramaglia



Fig. 75 Gradonata viva con ramaglia



Fig. 76 Stuoie di juta proteggono la scarpata dall'erosione durante i lavori

Zolle erbose

Una soluzione molto semplice ma efficace per proteggere le scarpate nelle zone non boschive consiste nella posa di zolle erbose. Prima dell'inizio dei lavori si ritagliano nel terreno quadrati erbosi di circa 40 cm, che vengono depositati provvisoriamente in un luogo umido. Una volta terminata la scarpata, le zolle vengono disposte una accanto all'altra e fissate per mezzo di picchetti.

Semina

Un metodo d'inerbimento delle scarpate alternativo alla posa di zolle erbose consiste nella dissemina o nello spargimento di erba da fieno con semi germinabili. Il terreno va seminato con graminacee tipiche della regione. Il prato da giardino non è adatto, poiché le varietà in esso contenute hanno in prevalenza radici superficiali con ridotte proprietà stabilizzanti. Il sito www.cpskew.ch fornisce indirizzi di fornitori di sementi. Per proteggere le scarpate da fenomeni erosivi, una volta seminato si ricopre il terreno di stuoie di juta, ancorate al suolo per mezzo di picchetti o ferro di armatura.

Gradonate vive con ramaglia e gradonate vive con latifoglie radicate

Le gradonate vive con ramaglia e con latifoglie radicate sono tecniche vegetali per il consolidamento di scarpate e versanti. L'effetto stabilizzante è ottenuto disponendo parallelamente file di arbusti (fig. 74). Per le gradonate vive con ramaglia si utilizzano arbusti pollonanti, per quelle con latifoglie invece arbusti radicati.

Graticciate

La stabilizzazione dei pendii per mezzo di graticciate prevede l'infissione, perpendicolarmente al terreno, di paletti di legno disposti in file parallele, attorno ai quali vengono intrecciate talee di salice, ottenendo così recinzioni che scorrono in senso trasversale al pendio. Le graticciate vengono in seguito consolidate con materiale naturale (fig. 77). Dopo poche settimane le talee butteranno le radici assicurando nel tempo un'eccellente effetto stabilizzante.

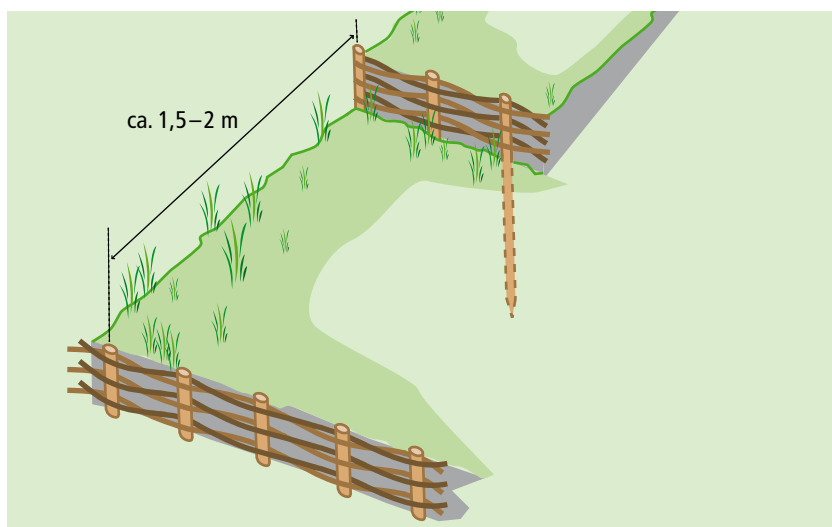


Fig. 77 Graticciata

Fascinate

Sono fasci di rami pollonanti di varietà di arbusti legnosi. Si utilizzano di preferenza quando lo scopo perseguito è non solo di stabilizzare i versanti, ma anche di drenare l'acqua. Per prima cosa vengono scavati dei fossati lungo il pendio, in senso diagonale. Successivamente vi si posano le fascinate, che vengono fissate con picchetti e ricoperte con un sottile strato di terra. L'acqua di versante confluisce nei fossati e viene in gran parte assorbita dagli arbusti. L'acqua di deflusso può inoltre essere canalizzata per mezzo di un sistema di drenaggio longitudinale (cfr. cap. 4.2).

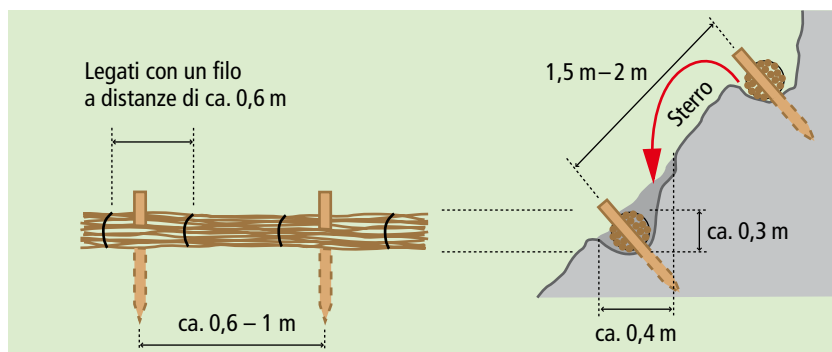
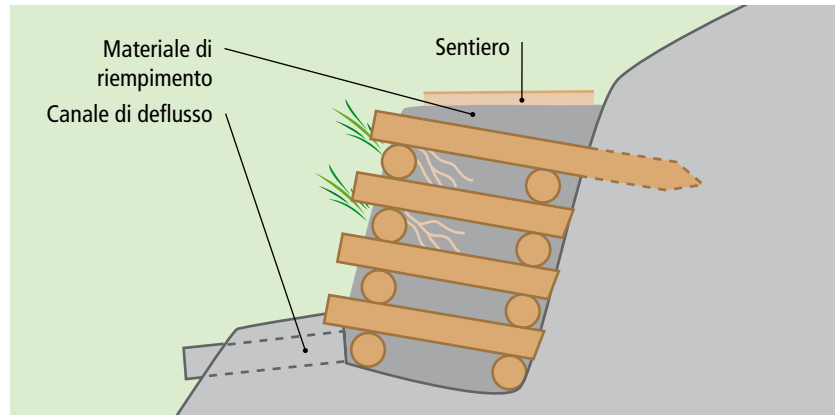


Fig. 78 Fascinate



Fig. 79 Palificata di sostegno



5.5.2 Opere di consolidamento in legno

Per consolidare scarpate scoscese con **pendenze comprese tra i 45 gradi (100%) e i 60 gradi (175%)**, oltre alle tecniche vegetali sono necessarie anche opere strutturali in legno.

Palificate vive o palificate di sostegno

Le palificate vive, dette anche palificate di sostegno, sono utilizzate per consolidare scarpate nuove ed esistenti. Le palificate vive sono un sistema molto interessante soprattutto per risanare le scarpate a valle, perché in questo modo il sentiero può essere fatto passare sulla soglia. La realizzazione delle palificate vive prevede i seguenti passaggi: su una superficie d'appoggio inclinata verso valle vengono impilati a croce, a distanze regolari, pali di legno di diametro compreso tra i 20 e i 30 cm, fino ad ottenere una struttura a cassone dell'altezza desiderata. I pali di legno vengono conficcati nella scarpata o fissati mediante tiranti. La soglia viene colmata con materiale terroso e pietre, su cui vengono piantati arbusti adatti al tipo di struttura.

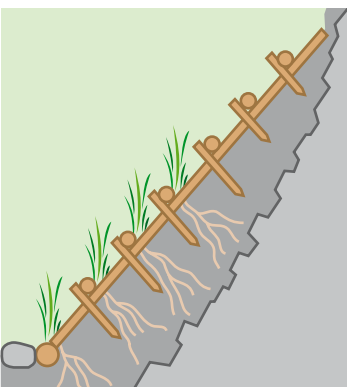


Fig. 80 Grata di sostegno

Fig. 81 Consolidamento della scarpata mediante palificate di sostegno (a sinistra), gabbioni (a monte) e grata di sostegno (a destra)



Grate di sostegno

Il consolidamento delle scarpate con dislivello massimo di 20 m può avvenire mediante grate di sostegno. Queste grate sono ricavate disponendo a croce lungo il pendio lunghi pali o travi di legno di diametro compreso tra i 10 e i 30 cm, che vengono successivamente fissati al substrato per mezzo di picchetti di legno o ferro di armatura. La grata viene puntellata anche ai piedi del versante. Le cavità sono riempite con materiale naturale e in seguito piantate con arbusti o completate con gradonate vive di latifoglie radicate (cfr. cap. 5.5.1).

5.5.3 Opere di consolidamento in pietra

Su terreni che presentano una **pendenza superiore ai 60 gradi ovvero al 175%**, la protezione delle scarpate avviene di regola per mezzo di opere in pietra.

Muri a secco e muri in blocchi di pietra

Se vi è a disposizione sufficiente materiale di pietra naturale si dovrebbe propendere per i muri a secco poiché, non essendo necessari né malta né calcestruzzo, la loro costruzione non implica grossi lavori di fondazione. Questo tipo di muro è in grado di assorbire lievi assestamenti o movimenti causati dal gelo. La realizzazione di queste opere va supervisionata da specialisti del settore. Il manuale «Trockenmauern» der Stiftung UmweltEinsatz Schweiz (1997) fornisce esempi e indirizzi di contatto utili sulla materia.

Se il cantiere è raggiungibile anche con mezzi di trasporto ed elevatori più potenti, per puntellare le scarpate si possono impiegare anche dei massi (cfr. fig. 83). Alle spalle del muro in blocchi di pietra deve essere applicato un geotessile per impedire il dilavamento del materiale di rinterro.

Gabbioni

I gabbioni sono una soluzione alternativa ai muri per consolidare le scarpate (fig. 84). La costruzione di queste opere deve avvenire conformemente alle raccomandazioni del fornitore. Rispetto ai muri a secco o ai muri in blocchi di pietra i gabbioni attutiscono meglio i movimenti del terreno di fondazione.



Fig. 82 Muro a secco

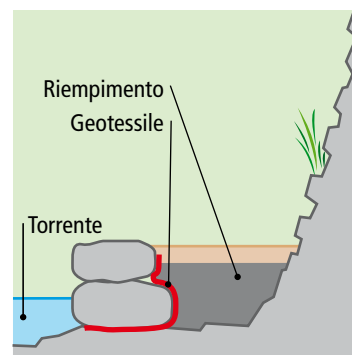


Fig. 83 Massi di pietra



Fig. 84 Gabbioni



6. Controllo e manutenzione dei sentieri

Controlli a scadenze regolari e una manutenzione professionale sono presupposti essenziali per garantire la **sicurezza e l'attrattiva** dei sentieri escursionistici. Posto che sono gli stessi escursionisti a essere in primo luogo responsabili della propria incolumità personale, sentieri e manufatti non devono presentare insidie.

6.1 Controlli dello stato dei sentieri

I controlli su sentieri e manufatti avvengono nell'ambito di **sopralluoghi** che si svolgono come minimo una volta all'anno e dopo forti intemperie. Sui tratti particolarmente esposti può rivelarsi opportuno eseguire controlli a intervalli più ravvicinati. Spesso i controlli sui sentieri sono l'occasione per verificare anche la segnaletica. A pag. 74 e 76 dell'allegato figurano una checklist e un protocollo che forniscono informazioni e istruzioni su come controllare lo stato dei sentieri. I formulari sono disponibili anche su www.wandern.ch.

Se vengono constatati danni che potrebbero rivelarsi pericolosi per gli escursionisti si devono adottare **provvedimenti** con la massima tempestività. Nell'impossibilità di effettuare un sopralluogo in tempo utile, quando i danni sono di piccola entità può essere sufficiente collocare un segnale di pericolo o delimitare l'area direttamente a ridosso del punto di pericolo (adeguatezza). Nel caso di danni ingenti è necessario bloccare l'accesso al sentiero: ciò significa coprire gli indicatori di direzione ai punti di partenza dei percorsi e predisporre sbarramenti sul tratto di sentiero danneggiato (spesso in combinazione con segnali di accesso vietato ai pedoni, cfr. manuale «Segnaletica dei sentieri», USTRA, Sentieri Svizzeri, 2008). Quando possibile, va segnalata una deviazione. In caso di interruzioni di passaggio prolungate occorre controllare gli sbarramenti a intervalli di tempo adeguati per accertarne l'integrità.

La gestione **dei pericoli naturali sui sentieri escursionistici** va regolamentata di concerto con i competenti uffici cantonali. La soluzione ottimale consiste nel definire per le diverse situazioni di pericolo (tipo di evento e/o località) se e quali competenze specifiche in materia di controllo spettano ai responsabili dei sentieri e quali provvedimenti devono essere adottati ai primi segnali di pericolo imminente.

La registrazione degli eventi dannosi in un **elenco di analisi dei problemi** per mezzo di un SIG consente di prevedere quali sono i tratti più a rischio e di predisporre adeguate misure di risanamento o altrimenti modificare il tracciato del sentiero.

Notifiche di danni

La registrazione sistematica delle notifiche di danni è uno strumento efficace per migliorare gli standard di qualità. Una rete ben sviluppata di contatti con le aziende locali (agricoltura, servizi forestali, ferrovie ecc.) contribuisce ad assicurare la notifica in tempi rapidi dei danni riscontrati. Segnalare gli indirizzi di contatto presso gli indicatori di direzione facilita agli escursionisti il compito di notificare eventuali danni. Un altro strumento utile sono i formulari di notifica forniti nei programmi per escursionisti o disponibili in Internet.

Il rilevamento delle notifiche di danni è di regola garantito dall'organizzazione cantonale competente in materia di sentieri nell'ambito di un accordo sulle prestazioni concluso con il Cantone.



Fig. 85 Divieto di passaggio

6.2 Manutenzione corrente

La manutenzione corrente dei sentieri escursionistici prevede i seguenti lavori:

- migliorare i piani di calpestio;
- sfalciare i margini dei sentieri;
- pulire i canali di scolo e i tombini per prevenire danni dovuti a fenomeni di erosione;
- rimuovere dai manufatti terra e depositi per evitare che il legno si inumidisca troppo (attacchi fungini) e che le parti in metallo si corrodano anzitempo;
- ripulire le superfici di calpestio sulle quali si sono formati depositi sdruciolevoli;
- ripassare o sostituire le giunzioni su opere di consolidamento del sentiero e manufatti;
- tagliare gli arbusti in accordo con i proprietari fondiari.

6.3 Problemi e danni tipici

Di seguito vengono esaminati nove casi esemplari di problemi e danni tipici dei sentieri escursionistici. Da essi si ricavano utili spunti che integrano le informazioni contenute nella **checklist Controllo dei sentieri** (all. pag. 74).

6.3.1 Rinforzi sporgenti sui gradini

Problema: nel caso illustrato (fig. 86) il legno dei gradini è in parte marcio e il ferro di armatura fuoriesce dalla linea del piano di calpestio. I rinforzi sporgenti e i gradini instabili celano un notevole pericolo di inciampo e ferimento.

Cause: l'usura, il danneggiamento o l'abbassamento dei gradini sono cause possibili all'origine dei rinforzi sporgenti. Anche il congelamento del terreno può provocare una pressione verso l'alto, spostando i fissaggi.

Misure:

- Riposizionare i gradini instabili.
- In generale, piantare i rinforzi ad almeno 40 cm di profondità nel terreno.

6.3.2 Pali di legno marci in caso di contatto con il terreno

Problema: il palo fotografato (fig. 87) inizia a marcire dal basso. Quando marciscono, le costruzioni in legno comportano un elevato pericolo di incidenti.

Cause: i funghi responsabili della decomposizione del legno sono attivi in ambienti umidi e ricchi di ossigeno. Questo spiega perché nelle strutture in legno a marcire sono solitamente la parte direttamente al di sopra della superficie del suolo e le fughe in cui si accumula acqua stagnante.



Fig. 86 Ferro di armatura sporgente



Fig. 87 Palo marcio

Misure:

- Sbarrare l'accesso e sostituire la struttura in legno con le parti marce. Per informazioni sui tipi di legno duraturo cfr. l'allegato a pagina 77.

6.3.3 Cedimento dei margini del sentiero

Problema: nel caso esaminato (fig. 88), in alcuni punti i margini della superficie di calpestio hanno ceduto franando sotto il cordolo laterale. I solchi che si vengono così a creare possono in casi estremi costituire un pericolo per gli escursionisti.

Cause: il cedimento dei margini è in molti casi riconducibile a un insufficiente drenaggio. L'acqua di infiltrazione e le acque stagnanti causano fratture e favoriscono il dilavamento della superficie. Con il tempo questi fenomeni si aggravano fino a provocare il cedimento del fondo del sentiero. Lungo i corsi d'acqua, il cedimento dei margini può essere provocato dalla sottoescavazione dell'acqua.

Misure:

- Se molto profondi (pericolo di caduta), recintare i solchi.
- Rimuovere lo strato di fondazione e posare una stuoia di geotessile sul piano per impedire il dilavamento di materiale fine. Ai lati, fissare il geotessile al cordolo (cfr. cap. 3.3.1). Rigettare lo strato di fondazione.
- Prestare attenzione a che il fondo del sentiero sia colmato fino al bordo superiore del cordolo per prevenire affondamenti in cui può raccogliersi e ristagnare l'acqua.

6.3.4 Acqua stagnante sul piano di calpestio

Problema: nel caso in esame (fig. 89), la parte centrale del sentiero è di qualche centimetro più infossata dei margini. L'acqua piovana non riesce quindi a defluire e si accumula formando pozze anche estese.

Cause: con il tempo l'inclinazione trasversale della superficie del sentiero (cfr. cap. 4.1.1) si è livellata. Si tratta di un processo naturale che va contrastato con regolari interventi di manutenzione. Sui terreni piani un affossamento già di pochi centimetri può provocare il ristagno di enormi quantità di acqua.

Misure:

- Ripristinare l'inclinazione trasversale con il riporto di sabbie ghiaiose, in seguito compattare bene.



Fig. 88 Cedimento del margine

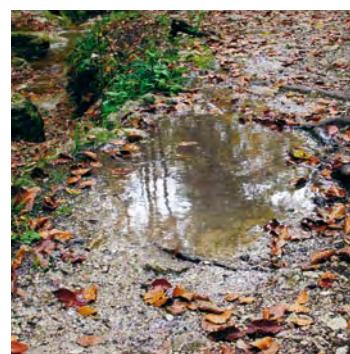


Fig. 89 Acqua stagnante



Fig. 90 Sentiero reso molle

6.3.5 Zone acquitrinose

Problema: il sentiero (fig. 90) non è più ben compattato e rende dunque difficoltoso il passaggio.

Cause: il sentiero poggia su un substrato argilloso e su di esso transita regolarmente bestiame. L'acqua di deflusso che si raccoglie sul piano di calpestio non ha modo né di filtrare nel terreno né di scorrere via. La saturazione idrica del suolo e il passaggio di bestiame trasformano il suolo in un acquitrino.

Misure:

- Recintare se possibile il sentiero, per impedire l'accesso al bestiame.
- In funzione del materiale a disposizione, posare uno strato di fondazione spesso circa 30 cm (cfr. cap. 3.1.2 e 3.2.3), un camminamento in legno (cfr. cap. 3.1.4) o grandi pietre piatte; sotto lo strato di fondazione inserire una stuoia di geotessile per impedire lo scambio di materiale con il sottosuolo.
- Garantire il drenaggio dell'acqua sul sentiero per mezzo di un canaletto longitudinale e scoli trasversali (cfr. cap. 4.1.2.).
- Coprire la scarpata con piantagioni di arbusti per favorire lo smaltimento delle acque (cfr. cap. 4.3).



Fig. 91 Solco di erosione

6.3.6 Solchi di erosione

Problema: nel caso analizzato (fig. 91), nella parte centrale del sentiero si è creato un profondo solco di erosione che costringe gli escursionisti ad abbandonare il sentiero.

Cause: i solchi di erosione si formano quando l'acqua non viene evacuata bene o del tutto dal piano di calpestio. Nel caso in esame i danni sono causati in prevalenza dall'acqua di versante che affluisce sul sentiero. I terreni composti in gran parte da materiale fine sono particolarmente soggetti a fenomeni di erosione.

Misure:

- Colmare i solchi di erosione con sabbie ghiaiose, riutilizzando il materiale dilavato accumulatosi più a valle lungo il sentiero.
- Realizzare un sistema di drenaggio longitudinale sul lato a monte; assicurarsi che il piano di calpestio abbia un'inclinazione trasversale e sia attraversato da canali di scolo trasversali (cfr. cap. 4).

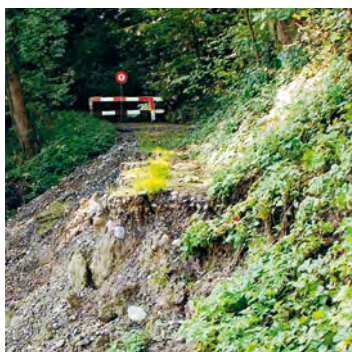


Fig. 92 Franamento del versante

6.3.7 Franamento del terreno

Problema: nel caso illustrato (fig. 92) è franata una grossa porzione di sentiero.

Cause: il terreno è franato per effetto di saturazione idrica del versante fino in profondità, a seguito di precipitazioni straordinariamente intense. Le opere di consolidamento del versante e del sentiero non presentavano

6. Controllo e manutenzione dei sentieri

difetti apparenti, ma un tracciato ubicato su un versante ripido favorisce l'infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo. I punti più a rischio sono gli attraversamenti di corridoi nei periodi di forte deflusso. Il distaccamento di porzioni di sentiero lungo i corsi d'acqua è causato in primo luogo dalle piene o dalla progressiva sottoescavazione.

Misure:

- Chiudere il sentiero (provvedimento immediato) e se possibile segnalare una deviazione provvisoria.
- Stimare l'entità dei danni; talvolta può essere più ragionevole modificare il tracciato del sentiero (localmente o su ampia scala) piuttosto che disporre misure di riparazione.
- Stabilizzare il punto in cui il terreno è franato utilizzando ad es. una palificata di sostegno (cfr. cap. 5.5.2) o blocchi di pietra (cfr. cap. 5.5.3), facendovi scorrere sopra il sentiero.
- Nota: nel caso in questione non si è resa necessaria un'opera di consolidamento della scarpata a monte in quanto già sufficientemente stabile grazie alla protezione di sponda con ramaglie.

6.3.8 Avanzamento incontrollato della vegetazione

Problema: il sentiero fotografato (fig. 93) è completamente ricoperto dalla vegetazione, che ostruisce il passaggio.

Cause: scarsa manutenzione del sentiero.

Misure:

- Falciare regolarmente i sentieri, potando gli arbusti che invadono il sentiero.

6.3.9 Scarsa manutenzione dei sentieri dotati di scie in cemento

Problema: su questo sentiero con scie in cemento (fig. 94), lo strato di ghiaia lungo la fascia centrale è stato in alcuni punti compresso dal passaggio di veicoli. La vegetazione è inoltre troppo alta. Gli escursionisti preferiscono evitare le fasce centrali quando sono molto dissestate e ricoperte di vegetazione, finendo inevitabilmente per camminare sul rivestimento duro.

Cause: i sentieri dotati di scie di cemento richiedono in generale poca manutenzione. Spesso manca la consapevolezza che la fascia centrale ha bisogno di cure regolari per poter servire da sentiero.

Misure:

- Controllare che per la fascia centrale adibita a sentiero vengano utilizzate esclusivamente sabbie ghiaiose povere di sostanze nutritive.
- Rimuovere regolarmente i depositi di materiale sulla fascia centrale e colmare gli infossamenti con pietrisco per riportare il terreno allo stesso livello delle scie in cemento.
- Regolamentare con disposizioni vincolanti la manutenzione dei sentieri escursionistici delimitati da scie in cemento.

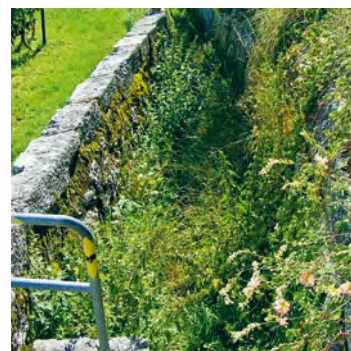


Fig. 93 Crescita della vegetazione sul sentiero

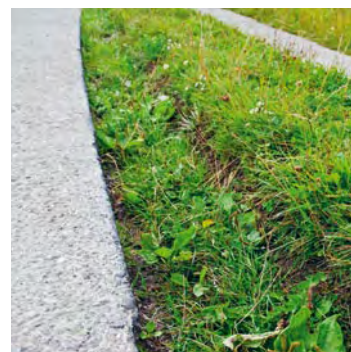


Fig. 94 Sentiero con scie in cemento

6.4 Provvedimenti legati alla soppressione di sentieri escursionistici

Le reti dei sentieri escursionistici sono costantemente oggetto di modifiche più o meno incisive da parte dei Cantoni. Possono essere svariate le ragioni che conducono a sopprimere singoli tratti o interi percorsi per cui è richiesta la cancellazione dai relativi piani nell'ambito di una **procedura cantonale** (art. 4 LPS):

- nuova pianificazione di una rete di sentieri/itinerari in una regione;
- soppressione di un itinerario per motivi di sicurezza o per criteri di qualità;
- spostamento di tratti di sentieri.

Il provvedimento principale correlato alla soppressione di sentieri escursionistici è la rimozione completa della segnaletica (cfr. manuale «Segnaletica dei sentieri», USTRA, Sentieri Svizzeri, 2008). Quando un sentiero non è destinato ad altri scopi, il transito non intenzionale può essere impedito adottando le seguenti misure:

- bloccare il passaggio installando recinzioni, massi, ramaglia ecc.;
- rimuovere i manufatti tra cui parapetti, scale a pioli, corde, passerelle ecc.;
- predisporre interventi di rinaturalizzazione.



Abbreviazioni

USTRA	Ufficio federale delle strade
AJTP	Association Jurassienne de Tourisme Pédestre
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente (ex UFAFP)
upi	Ufficio svizzero per la prevenzione degli infortuni
UFAFP	Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (l'attuale UFAM)
Cost.	Costituzione federale
DIN	Deutsches Institut für Normung
CFSL	Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro
EN	Norme europee
FSP	Fondo Svizzero per il Paesaggio
LPS	Legge federale sui percorsi pedonali ed i sentieri
OPS	Ordinanza sui percorsi pedonali ed i sentieri
SIG	Sistema di informazione geografica
IVS	Inventario delle vie di comunicazione storiche della Svizzera
LPN	Legge sulla protezione della natura e del paesaggio
LPT	Legge sulla pianificazione del territorio
SIA	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti
SKEW	Commissione svizzera per la conservazione delle piante selvatiche
NS	Norma svizzera
RS	Raccolta sistematica del diritto federale
INSAI	Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni
LCSTR	Legge federale sulla circolazione stradale
VSS	Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti

Fonti

Sull'ultima pagina figura un elenco degli aiuti all'esecuzione e della documentazione sul traffico lento e sull'inventario delle vie di comunicazione storiche IVS.

Download:
www.admin.ch/ch/i/rs/rs.html

Indirizzi di riferimento:
www.bfu.ch
www.snv.ch
www.suva.ch
www.vss.ch
www.webnorm.ch

Letteratura

- USTRA, Sentieri Svizzeri
Obiettivi di qualità per i sentieri svizzeri, 2007
- Kuonen, Viktor
Wald und Güterstrassen, 1983
- Stiftung Umwelteinsatz Schweiz
Trockenmauern, Anleitung für den Bau und die Reparatur, 1997
- Zeh, Helgard
Ingenieurbiologie, Handbuch Bautypen, 2007

Leggi e ordinanze

- RS 451 Legge federale del 1° luglio 1966 sulla protezione della natura e del paesaggio (LPN)
- RS 451.1 Ordinanza del 16 gennaio 1991 sulla protezione della natura e del paesaggio (OPN)
- RS 700 Legge federale del 22 giugno 1979 sulla pianificazione del territorio (LPT)
- RS 700.1 Ordinanza del 28 giugno 2000 sulla pianificazione del territorio (OPT)
- RS 704 Legge federale del 4 ottobre 1985 sui percorsi pedonali ed i sentieri (LPS)
- RS 704.1 Ordinanza del 26 novembre 1986 sui percorsi pedonali ed i sentieri (OPS)
- RS 741.01 Legge federale del 19 dicembre 1958 sulla circolazione stradale (LCStr)
- RS 741.21 Ordinanza del 5 settembre 1979 sulla segnaletica stradale (OSStr)
- RS 921.0 Legge federale del 4 ottobre 1991 sulle foreste (Legge forestale, LFO)

Norme e direttive

- upi Ringhiere e parapetti, opuscolo tecnico, 2006, n. 9401
- DIN 68364 Kennwerte von Holzarten – Rohdichte, Elastizitätsmodul und Festigkeiten, 2003
- DIN EN 3502 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten, 1994
- CFSL Lavori forestali, 1991, 2134.I
- SIA V178 Naturstein-Mauerwerk, 1996
- SIA 261 Einwirkungen auf Tragwerke, 2003
- SIA 263 Stahlbau, 2003
- SIA 265 Holzbau, 2003
- SIA 318 Garten- und Landschaftsbau, 1988
- SN 640 200 Geometrisches Normalprofil; Allgemeine Grundsätze, Begriffe und Elemente, 2003
- SN 640 201 Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, 1992
- SN 640 240 Fussgängerquerungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Grundlagen, 2003
- SN 640 568 Geländer, 2003
- SN 640 722b Strassenunterhalt, Unterhalt von Strassen ohne Belag sowie von Böschungen und Felseinschnitten, 1991

Fonti

- SN 640 741 Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau, Grundnorm, 2005
- SN 640 744 Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau, Ausführung und Erhaltung, 2005
- SN 640 829a Strassensignale, Signalisation Langsamverkehr, 2006
- SN 670 241a Geotextilien, Anforderungen für die Funktionen Trennen, Filtern, Drainieren, 2007
- INSAI Misure proprie al cantiere per garantire la sicurezza e la tutela della salute, 2006, 88218.I
- INSAI Lista di controllo Lavoro con il decespugliatore, 2000, 67059.I
- INSAI Lista di controllo Lavoro con la motosega, 2000, 67033.I
- INSAI Lista di controllo Piccole macchine edili, 1999, 67039.I
- INSAI Movimentazione manuale di carichi, 2007, 67089.I
- INSAI Dispositivi di protezione individuale, Lista di controllo, 2001, 67091.I
- INSAI Direttive concernenti l'esercizio di pescherecci e teleferiche per il trasporto di materiale, 2002, 2136.I
- INSAI Direttive concernenti l'impiego di macchine scavatrici e sterratrici e di veicoli di trasporto (con articoli supplementari), 1971, 1574.I
- INSAI Protezione di terzi e beni materiali durante i lavori forestali, 1997, 44027.I
- INSAI Cinture di sicurezza, Bollettino, 1999, 44002.I
- INSAI Le scale portatili possono essere molto pericolose, 2007, 44026.I
- INSAI Pericolo d'infortunio e regole di sicurezza nell'abbattimento di alberi, 2006, 44011.I
- INSAI I lavori forestali. Gli obblighi fondamentali relativi all'assicurazione infortuni e alla tutela della salute, Bollettino d'informazione, 2004, 88202.I



Allegato

Checklist Pianificazione della costruzione

Procedura	Spiegazioni	Capitolo nel presente manuale
Esami preliminari		
Consultare i piani e le basi legali	■ Piani corografici da 1:5000 a 1:10 000 o mappe catastali da 1:500 a 1:2000	1.3 1.5
	■ Piano cantonale dei sentieri ■ Piani direttori, piani di urbanizzazione e piani di zona ■ Leggi e norme ■ Inventario delle vie di comunicazione storiche (IVS) ■ Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale (IFP), Inventario federale delle zone palustri e altri inventari di oggetti meritevoli di protezione (Confederazione, Cantone) ■ Carte dei pericoli o perizie sui pericoli (se disponibili) ■ Carte geologiche (se del caso)	
Presenza di contatto con le autorità e con i gruppi interessati	Interlocutori potenziali (secondo la situazione iniziale)	1.1
	■ Servizio cantonale responsabile per i sentieri escursionistici ■ Associazione cantonale per il turismo pedestre ■ Servizi cantonali e comunali responsabili per trasporti, vie di comunicazione storiche, pericoli naturali, silvicoltura, agricoltura, ambiente, caccia e pesca, ecc. ■ Proprietari fondiari ■ Detentori di animali ■ Organizzazioni turistiche ■ Altri gruppi d'interesse (p. es. Protezione della natura, sport) Contenuto della prima presa di contatto: ■ Informazione (!) ■ Discussione dei bisogni e delle condizioni quadro ■ Chiarimento delle competenze ■ Discussione della collaborazione ■ Convenire un sopralluogo in comune	2.3
Accertare il libero accesso	■ Chiarire i diritti di passo	1.5
	■ Consultare i proprietari fondiari	2.3
	■ Concordare e formalizzare per iscritto la regolamentazione transitoria	
Chiarire le modalità e l'intensità di utilizzo del sentieri	■ Esigenze di utilizzazione ■ Frequenza di utilizzazione ■ Eventuali conflitti di utilizzazione	2.2.1

Procedura	Spiegazioni	Capitolo nel presente manuale
Accertamenti sul terreno		
Esaminare il terreno di fondazione	Vagliare tutte le misure di stabilizzazione del terreno di fondazione	2.2
	Non sono adatti: <ul style="list-style-type: none"> ■ i luoghi a rischio di erosione (prestare attenzione a crepe e frane) ■ i luoghi paludosi (prestare attenzione alla presenza di acque stagnanti e piante indicatrici) ■ i luoghi in cui vi è pericolo di caduta o di caduta massi 	2.3
Tracciare il percorso	Se opportuno, esaminare diverse varianti. Per tracciare il percorso attenersi tra gli altri ai seguenti criteri:	2.1
	<ul style="list-style-type: none"> ■ scegliere il tracciato più logico, variato e sicuro; ■ integrare opportunamente i sentieri esistenti; ■ adeguare il sentiero alla configurazione naturale del terreno; ■ rispettare pendenze massime del 15 % sui sentieri escursionistici segnalati in giallo (se possibile); ■ rispettare pendenze massime del 30 % sui sentieri di montagna (se possibile); ■ accertarsi che il progetto sia compatibile con il paesaggio e con gli oggetti meritevoli di protezione; ■ evitare sali-scendi inutili; ■ evitare impianti viari lungo la linea di massima pendenza; ■ evitare i luoghi pericolosi; ■ evitare i pascoli o accordarsi con i detentori di animali (cfr. opuscoli disponibili sul sito www.wandern.ch); ■ evitare le zone a rischio di erosione e le zone paludose; ■ considerare il comportamento degli escursionisti (misure per convogliare i turisti). 	2.4 3.3.3
Chiarire la necessità di costruire manufatti	■ Attraversamenti di corsi d'acqua e fossati	5
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Scale, scale a pioli ■ Barriere, dispositivi di chiusura ■ Passaggi recintati ■ Consolidamento di scarpate e versanti 	
Accertare la disponibilità di materiali edili naturali	■ Chiarire se nelle vicinanze del terreno su cui si costruisce sono disponibili materiali da costruzione (legno, pietre ecc.)	2.3
Definire le vie di trasporto in vista della fase di costruzione	■ Chiarire se il materiale può essere trasportato sul posto per mezzo di veicoli o funivie o se si rende necessario l'utilizzo di un elicottero	2.5

Procedura	Spiegazioni	Capitolo nel presente manuale
Progettazione		
Definire il tracciato, rilevare i profili trasversali	■ Sopralluogo con i proprietari fondiari; picchettare il tracciato nel terreno	2.1
	■ Rilevare i profili trasversali dove vi è un cambiamento topografico	2.3
Determinare il grado di costruzione	■ Determinare il grado di costruzione	2.2
	■ Drenaggio	3.1
		4
Accertare la manodopera necessaria	■ L'esecuzione dei lavori va affidata a un'impresa, ad aziende cantonali o comunali o ad altre organizzazioni (associazioni, esercito, protezione civile ecc.)?	2.5
Determinare il materiale e i macchinari richiesti	■ Determinare il materiale e i macchinari necessari, stimare i costi	2.6 all. pag. 72
Stabilire le misure di sicurezza necessarie	■ Durante la fase di costruzione sono richieste misure speciali per tutelare i lavoratori e i passanti?	2.7
Stabilire le misure ambientali necessarie	■ Durante la fase di costruzione sono richieste misure speciali di tutela dell'ambiente?	2.6
Chiarire i requisiti per la domanda di costruzione	■ Richiedere al Cantone o al Comune l'elenco dei documenti da presentare	2.4
Chiarire i requisiti degli appalti pubblici (gare)	■ A partire da una determinata somma i mandati devono di regola essere oggetto di gare pubbliche (richiedere il formulario presso il Cantone)	2.4
Elaborare il progetto	■ Consenso scritto dei proprietari fondiari	2.4
	■ Stima dei costi o preventivo	2.5
	■ Pianificazione delle scadenze e delle risorse	all. pag. 70
	■ Relazione tecnica	
	■ Includere piano corografico	
	■ Includere profili trasversali tipici	
	■ Includere profili normali	
Prendere contatto con possibili finanziatori	■ Comuni, Cantoni, Confederazione	1.1
	■ Fondazioni, associazioni	
Richiedere le autorizzazioni	■ Presentare la domanda di costruzione	2.4
	■ Se necessario, presentare domanda di dissodamento	
Chiarire la situazione assicurativa	■ Assicurazioni dei lavoratori (ad es. volontarie)	2.7
	■ Assicurazione responsabilità civile	
	■ Assicurazione dei lavori di costruzione per i manufatti	

Contenuto della relazione tecnica (esempio)

1. Situazione iniziale

- Presentazione del problema, prova della necessità
- Committente
- Diritti di proprietà, servitù e passaggio
- Correlazioni con altri progetti

2. Configurazione del terreno

- Topografia
- Configurazione del suolo
- Zone sensibili (oggetti inseriti in inventari, aree protette)

3. Descrizione dell'opera

3.1. Dati tecnici

Tabella con dati fondamentali: lunghezza complessiva, larghezza del sentiero, quantità di materiale naturale da scavare (cubature) ecc.

3.2. Tracciato

- Piano corografico con la rete di sentieri esistente e pianificata (sotto forma di allegato)
- Punti pericolosi
- Oggetti iscritti in inventari e zone protette
- Segnaletica

3.3. Profili normali

Disegni dei profili trasversali lungo il tracciato per evidenziare il tipo di costruzione. I profili normali del sentiero e delle opere sono spesso integrati nei profili trasversali del terreno.

3.4. Drenaggio

Misure di drenaggio sulla superficie del sentiero e sulle scarpate.

3.5. Manufatti

Descrizione di tutti i manufatti previsti.

3.6. Finanziamento

Stima dei costi di costruzione, se opportuno ripartizione delle spese.

4. Misure di sicurezza e protezione ambientale

Tutte le misure necessarie per tutelare i lavoratori, i passanti e proteggere l'ambiente durante la fase di costruzione.

5. Scadenze

Tabella con le scadenze delle diverse tappe del progetto; indicare come minimo la data di inizio e di conclusione dei lavori di costruzione.

6. Manutenzione

Regolamentare le responsabilità in materia di manutenzione.

Formulario per il preventivo dei costi

I costi per la costruzione di sentieri escursionistici dipendono dalle condizioni del terreno. Un preventivo dettagliato dei costi deve quindi essere allestito sulla base delle offerte concrete delle imprese incaricate.

Il formulario può essere scaricato dal seguente indirizzo: www.wandern.ch

[Committente], appaltante: [...]

[Nome del progetto], preventivo dei costi

Sezione [n.]: [breve descrizione del terreno]

Voci	Tipo di lavoro	Unità	Numero	Prezzo per unità	Importo in CHF	Totale in CHF
1	Sottostruttura, scarpate					
1.1				XX.XX	XX.XX	
1.2				XX.XX	XX.XX	
1.3				XX.XX	XX.XX	
	Totale sottostruttura, scarpate				XX.XX	
2	Sovrastruttura					
2.1				XX.XX	XX.XX	
2.2				XX.XX	XX.XX	
2.3				XX.XX	XX.XX	
	Totale sovrastruttura				XX.XX	
3	Drenaggio					
3.1				XX.XX	XX.XX	
3.2				XX.XX	XX.XX	
3.3				XX.XX	XX.XX	
	Totale drenaggio				XX.XX	
4	Manufatti					
4.1				XX.XX	XX.XX	
4.2				XX.XX	XX.XX	
4.3				XX.XX	XX.XX	
	Totale manufatti				XX.XX	
5	Direzione del progetto e direzione dei lavori					
	[10-25% della voce 1-4]				XX.XX	
6	Imprevisti					
	[10-15% della voce 1-4]				XX.XX	
	Totale sezione [N.]					XX.XX
	IVA				XX.XX	
	Totale, IVA inclusa					XX.XX

Dati di riferimento per i costi di costruzione di sentieri escursionistici

Prezzi indicativi inclusi materiale, utilizzo delle macchine e prestazioni di lavoro ad opera di un'impresa di costruzione, esclusi i costi di trasporto; stato 2008.

Categoria dell'oggetto	Prezzo indicativo per unità
Ponte pedonale Ponte in legno su due spalle in calcestruzzo, con parapetto Campata: 5 m Larghezza: 1 m	CHF 5 000 per l'intera opera
Passerella Passerella in legno su pali in legno, senza parapetto Larghezza: 1,5 m	da 400 a 500 CHF al m'
Parapetto in legno	da 40 a 60 CHF al m'
Parapetto in tubi di acciaio	da 150 a 200 CHF al m'
Corrimano con catena Lato a monte, inclusi ancoraggi	da 40 a 50 CHF al m'
Canali di drenaggio longitudinali Profilo trasversale: 0,3 x 0,2 m	da 10 a 20 CHF al m'
Canale di scolo trasversale in tondame di legno Lunghezza delle travi: 1,5 m Fissaggio: acciaio d'armatura	da 60 a 80 CHF al pezzo
Cordoli in tondame di legno Fissaggio: acciaio d'armatura	da 60 a 80 CHF al m'
Gradini Larghezza del sentiero: 1 m Lunghezza dei pali: 1,5 m Fissaggio: acciaio d'armatura	da 80 a 100 CHF a gradino
Tracciato pianeggiante Fondo del sentiero: strato di ghiaia, spessore 15 cm, compattato Larghezza del sentiero: 1 m	da 20 a 30 CHF al m'
Tracciato in pendenza Fondo del sentiero: strato di ghiaia, spessore 15 cm, compattato Larghezza del sentiero: 1 m	da 50 a 60 CHF al m'
Passaggio recintato in tubi di acciaio Tipo: sbarra richiudibile	CHF 400 al pezzo

Fonte: Berner Wanderwege (2008), Schwyzer Wanderwege (2008)

Protocollo per il collaudo dell'opera

Il formulario può essere scaricato dal sito www.wandem.ch

Protocollo per il collaudo dell'opera

Partecipanti

Nome	Organizzazione / funzione

Breve descrizione delle opere

Oggetto	Descrizione / osservazioni	Proprietario

Elenco dei difetti

Difetto	Termine per l'eliminazione del difetto

Indicazioni per la manutenzione

Persona competente	
Intervallo per i controlli	
Aspetti da controllare in particolare	

Osservazioni

--

Luogo e data	Nome in stampatello	Firma

Allegato

Piano corografico 1:25 000

Checklist Controllo dei sentieri

La checklist può essere utilizzata in combinazione con il protocollo dei danni. Entrambi i documenti possono essere scaricati dal sito www.wandern.ch

Questa checklist elenca una serie di problemi e difetti che potrebbero interessare i sentieri escursionistici, i sentieri di montagna e i sentieri alpini. È uno strumento che aiuta a orientarsi durante il controllo dello stato dei sentieri. Non sono qui trattati i difetti riguardanti la segnaletica (cfr. in merito il manuale «Segnaletica dei sentieri», USTRA, Sentieri Svizzeri, 2008).

Difetto	Possibili provvedimenti (capitolo del manuale «Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici»)
Superficie del sentiero	
<input type="checkbox"/> Cedimento dei margini del sentiero	Se necessario, sbarramento; rinnovare il cordolo (3.3.1); migliorare il sistema di drenaggio (4); posare una stuoia in geotessile (6.3.3)
<input type="checkbox"/> Piano di calpestio sdruciolevole	A dipendenza del caso: migliorare il sistema di drenaggio (4); posare uno strato di ghiaia; costruire dei gradini (5.2.1)
<input type="checkbox"/> Zone acquitrinose	Migliorare il sistema di drenaggio (4.1); posare uno strato di fondazione (3.1.2); realizzare un camminamento o una passerella (3.1.4) e (5.1.5)
<input type="checkbox"/> Danni da erosione	Migliorare il sistema di drenaggio (4)
<input type="checkbox"/> Avvallamenti, segni di usura nel tracciato	Posare materiale di riempimento, migliorare il sistema di drenaggio (4)
<input type="checkbox"/> Avanzamento della vegetazione	Falciare, potare i margini, tagliare gli arbusti, rinnovare il rivestimento di ghiaia
<input type="checkbox"/> Sentieri doppi, piste	Ampliare il sentiero principale, misure di convogliamento degli escursionisti (3.3.3)
Scarpate	
<input type="checkbox"/> Zone umide	Migliorare il sistema di drenaggio (4.3); misure di consolidamento (5.5)
<input type="checkbox"/> Fessure	
<input type="checkbox"/> Solchi di erosione	
<input type="checkbox"/> Sottoescavazione o franamenti	
Sistemi di drenaggio	
<input type="checkbox"/> Danneggiamento degli scolli trasversali	Sostituirli (4.1.2)
<input type="checkbox"/> Scolli trasversali, drenaggi, tombini intasati	Pulirli o sostituirli (4.1.2)
Scale e scale a pioli	
<input type="checkbox"/> Sporgenza dai gradini del ferro di armatura o dei picchetti	Di regola generale, conficcare il ferro di armatura e i picchetti a una profondità di almeno 40 cm
<input type="checkbox"/> Gradini instabili	Fissarli o sostituirli (5.2.1)
<input type="checkbox"/> Parti in legno molto umide, marce o deformate	Sostituirle con legni duraturi (all. pag. 77); protezione costruttiva del legno; protezione chimica in assenza di soluzioni alternative

Difetto	Possibili provvedimenti (capitolo del manuale «Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici»)
<input type="checkbox"/> Parti metalliche corrose, fragili o deformate	Sostituirle
<input type="checkbox"/> Ancoraggi danneggiati o allentati	Fissarli, cementarli o sostituirli
<input type="checkbox"/> Piani di calpestio scivolosi o erosi	Riporto o sostituzione; migliorare il drenaggio (5.2.1)
<input type="checkbox"/> Solchi di erosione laterali	Costruire dei gradini nella scarpata e migliorare i sistemi di drenaggio (5.2.1)
Parapetti e corrimano	
<input type="checkbox"/> Parti in legno molto umide, marce o deformate	Sostituirle con tipi di legno duraturi (all. pag. 77); protezione costruttiva del legno; protezione chimica del legno in assenza di soluzioni alternative
<input type="checkbox"/> Parti metalliche corrose, fragili o deformate (anche elementi di giunzione)	Sostituirle
<input type="checkbox"/> Ancoraggi danneggiati o allentati	Fissarli, cementarli o sostituirli
<input type="checkbox"/> Parti taglienti, cavetti sporgenti di funi metalliche	Rinnovarli; quando possibile, sostituire le funi metalliche con catene (5.3.3)
<input type="checkbox"/> Funi metalliche ricoperte di nastro adesivo	Evitare di ricoprire le funi metalliche, poiché ciò accelera la corrosione.
Ponti pedonali e passerelle	
<input type="checkbox"/> Sottoescavazione delle fondamenta	Consolidare o sostituire le fondamenta (5.1.5)
<input type="checkbox"/> Parti in legno molto umide, marce o deformate	Sostituirle con tipi di legno duraturi (all. pag. 77); protezione costruttiva del legno; protezione chimica del legno in assenza di soluzioni alternative
<input type="checkbox"/> Parti metalliche corrose, fragili o deformate (anche elementi di giunzione)	Sostituirle
<input type="checkbox"/> Ancoraggi danneggiati o allentati	Rinnovarli
<input type="checkbox"/> Parti taglienti	Rimuoverle
<input type="checkbox"/> Piano di calpestio sdruciolevole	Adattare il rivestimento (5.1.4/5.1.5)
<input type="checkbox"/> Ostruzioni causate da legno galleggiante	Rimuovere il legno galleggiante e depositarlo lungo gli argini; se necessario, rialzare i ponti
<input type="checkbox"/> Buchi nel piano di calpestio	Sbarramenti; rinnovare il piano di calpestio
Segnaletica	
<input type="checkbox"/> Difetti a livello di segnaletica	Una lista per il controllo della segnaletica è disponibile nel manuale «Segnaletica dei sentieri», USTRA, Sentieri Svizzeri, 2008
Domanda di controllo	
<input type="checkbox"/> Sono stati constatati difetti che costituiscono un pericolo per i fruitori del sentiero?	

Protocollo dei danni

Il protocollo dei danni può essere utilizzato in combinazione con la checklist Controllo dei sentieri. Entrambi i documenti possono essere scaricati dal sito www.wandern.ch

Formulario per il rilevamento dei danni e dei difetti sui sentieri escursionistici, i sentieri di montagna e i sentieri alpini.

Protocollo dei danni

Dati relativi al tratto di sentiero controllato:

Designazione:	Inizio del tratto:	Fine del tratto:
Categoria di sentiero:	Comune(i) / Cantone:	
Data del controllo:	Responsabile:	

Registrazione del danno:

Descrizione del danno / causa / osservazioni: (cfr. anche checklist Controllo dei sentieri)	Nome della località, coordinate	Foto n.
Misure:		

Durabilità dei tipi di legno

Durabilità dei tipi di legno (massello) e resistenza agli attacchi fungini conformemente alla DIN EN 3502 e DIN 68364

Tipo di legno	Durabilità del massello	Classe di resistenza
Robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	15–25 anni	1–2
Rovere (<i>Quercus sp.</i>) Castagno (<i>Castanea sativa</i>)	15–25 anni	2
Douglasia (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) Pino (<i>Pinus sp.</i>) Larice (<i>Larix decidua</i>)	10–15 anni	3–4
Abete rosso (<i>Picea abies</i>) Olmo (<i>Ulmus sp.</i>) Abete bianco (<i>Abies alba</i>)	< 10 anni	4
Acero (<i>Acer sp.</i>) Betulla (<i>Betula sp.</i>) Faggio (<i>Fagus sylvatica</i>) Ontano (<i>Alnus sp.</i>) Frassino (<i>Fraxinus excelsior</i>) Linde (<i>Tilia sp.</i>) Pioppo (<i>Populus sp.</i>) Ippocastano (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	< 5 anni	5

- 1: molto resistente
- 2: resistente
- 3: mediamente resistente
- 4: poco resistente
- 5: non resistente

Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici agibili in sedia a rotelle

A cura di Bernard Stofer, bauen@procap.ch

Il presente manuale è stato elaborato primariamente in funzione delle aspettative del pubblico medio degli escursionisti, che di regola non corrispondono alle esigenze specifiche delle persone in sedia a rotelle. I sentieri o i percorsi escursionistici più agibili in sedia a rotelle sono i percorsi circolari, il cui tracciato coincide a tratti con quello dei sentieri escursionistici. In ragione della loro praticabilità, nei percorsi vengono spesso inglobate anche le passeggiate e le strade pedonali, che dal canto loro non soddisfano però i requisiti dei sentieri escursionistici ufficiali come definiti nei piani cantonali. I sentieri agibili in sedia a rotelle sono percorsi ideali anche per le famiglie con carrozine, le persone infortunate e le persone anziane. Per poter integrare nella rete dei percorsi agibili in sedia a rotelle i sentieri escursionistici o anche solo singoli tratti si devono soddisfare i seguenti criteri:

1. Requisiti di base per l'agibilità dei sentieri in sedia a rotelle

Morfologia adatta del terreno

Per essere agibili in sedia a rotelle e a piedi, i sentieri escursionistici devono avere una pavimentazione naturale resistente anche alle forti intemperie e mantenuta in maniera appropriata, nonché rivestimenti lisci in pietra o assi con fughe di larghezza non superiore a 10 mm.

Assenza di ostacoli che ostruiscono il passaggio

I sentieri escursionistici agibili in sedia a rotelle non devono presentare ostacoli che potrebbero ostruire o limitare il passaggio in sedia a rotelle. Si devono evitare in particolare:

- ostacoli che invadono l'area del sentiero fino a un'altezza di 210 cm dal suolo;
- gradini;
- fenditure aperte di larghezza superiore a 5 cm in corrispondenza di canali di drenaggio;
- strettoie o passaggi di larghezza inferiore a 80 cm;
- tornelli girevoli.

Si raccomanda inoltre di evitare l'utilizzo di cancelli. Se necessario, rispettare i seguenti requisiti:

- meccanismo di apertura posizionato a un'altezza massima di 110 cm; cancello manovrabile con poco dispendio di energia;
- lasciare uno spazio libero di almeno 60 cm di larghezza accanto al battente, dal lato della maniglia.

Agibilità delle curve

In corrispondenza delle curve, il raggio esterno del sentiero non deve essere inferiore a 190 cm. Sulle curve molto strette, la larghezza del sentiero non deve essere inferiore a 120 cm.

Protezioni anticaduta

In caso di pericolo di caduta, il sentiero deve essere largo almeno 180 cm o essere provvisto di un dispositivo di protezione anticaduta efficace a un'altezza di 30–40 cm dal suolo (impossibilità per le sedie a rotelle di passare sotto o sopra).

2. Gradi di difficoltà

I sentieri classificati facili sono agibili a tutti i tipi di sedie a rotelle, quelli classificati difficili invece solo alle sedie a rotelle a trazione elettrica. L'inadempimento anche solo di uno dei criteri elencati fa rientrare il percorso nella categoria di difficoltà superiore o fa decretare l'inagibilità del sentiero per le sedie a rotelle. Se opportuni adeguamenti nei punti più critici consentono di assegnare il percorso a una categoria di difficoltà inferiore, si raccomanda di apportare le dovute modifiche.

Criterio	Grado di difficoltà		
	facile	medio	difficile
Inclinazione longitudinale	prev. ridotta, max. 8 %	prev. < 6 %, max. 12 %	prev. < 12 %, max. 20 %
Inclinazione trasversale	prev. assente, max. 4 %	prev. ridotta, max. 6 %	prev. ridotta, max. 10 %
Larghezza del sentiero	min. 180 cm	min. 120 cm, spazio d'incrocio 150 cm	min. 100 cm, spazio d'incrocio 150 cm
Dislivelli isolati (solo in tratti pianeggianti)	max. 3 cm di altezza	max. 5 cm di altezza	max. 7 cm di altezza

Pubblicazioni sul traffico lento

Aiuti all'esecuzione del traffico lento

N°	Titolo	Anno	Lingua		
			d	f	i e
1	Direttive per la segnaletica dei sentieri (ed. UFAM) - Sostituito dal N° 6	1992	x	x	x
2	Costruzioni in legno per sentieri (ed. UFAM)	1992	x	x	x
3	Revêtement des routes forestières et rurales: goudronnées ou gravelées? (ed. UFAM)	1995	x	x	
4	Segnaletica ciclistica in Svizzera	2003	x	x	x
5	Pianificazione di percorsi ciclabili	2008	x	x	x
6	Segnaletica dei sentieri	2008	x	x	x
7	Posteggi per cicli – Raccomandazioni per la pianificazione, la realizzazione e l'esercizio	2008	x	x	x
8	Erhaltung historischer Verkehrswege, technische Vollzugshilfe	2008	x	x	x
9	Costruzione e manutenzione di sentieri escursionistici	2009	x	x	x

x = testo integrale r = resumé/riassunto s = summary

Sito da cui è possibile scaricare i documenti:

www.langsamverkehr.ch; www.mobilite-douce.ch;

www.traffico-lento.ch

Documentazione sulle vie di comunicazione storiche in Svizzera IVS: monografie cantonali

Ogni monografia cantonale presenta la storia dei trasporti nonché alcune testimonianze del passato particolarmente interessanti per la loro costruzione, il loro inserimento nel paesaggio o per altre caratteristiche. Le informazioni sulla nascita, la struttura, gli obiettivi e l'utilità dell'IVS completano i contenuti della pubblicazione destinata a un vasto pubblico.

Siti da cui è possibile scaricare i documenti: www.ivs.admin.ch

Documentazione sul traffico lento

N.	Titolo	Anno	Lingua		
			d	f	i e
101	Responsabilità in caso di infortuni sui sentieri (ed. UFAM)	1996	x	x	x
102	Evaluation einer neuen Form für gemeinsame Verkehrsbereiche von Fuss- und Fahrverkehr im Innerortsbereich	2000	x	r	
103	Nouvelles formes de mobilité sur le domaine public	2001		x	
104	Progetto Linee guida traffico lento	2002	x	x	x
105	Efficiency des investissements publics dans la locomotion douce	2003	x	r	s
106	PROMPT Schlussbericht Schweiz (inkl. Zusammenfassung des PROMPT Projektes und der Resultate)	2005		x	
107	Concept de statistique du trafic lent	2005	x	r	s
108	Problemstellenkataster Langsamverkehr. Erfahrungsbericht am Beispiel Langenthal	2005		x	
109	CO ₂ -Potenzial des Langsamverkehrs – Verlagerung von kurzen MIV-Fahrten	2005	x	r	s
110	Mobilität von Kindern und Jugendlichen – Vergleichende Auswertung der Mikrozinsen zum Verkehrsverhalten 1994 und 2000	2005	x	r	s
111	Verfassungsgrundlagen des Langsamverkehrs	2006		x	
112	Il traffico lento nei progetti d'agglomerato – Linee guida	2007	x	x	x
113	Obiettivi di qualità per i sentieri svizzeri	2007	x	x	x
114	Expériences faites avec des chaussées à voie centrale banalisée à l'intérieur de localités (CD-ROM)	2006	x	x	
115	Mobilität von Kindern und Jugendlichen – Fakten und Trends aus den Mikrozinsen zum Verkehrsverhalten 1994, 2000 und 2005	2008	x	r	s
116	Forschungsauftrag Velomarkierung – Schlussbericht	2009		x	
117	Wandern in der Schweiz 2008 – Bericht zur Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2008» und zur Befragung von Wandernden in verschiedenen Wandergebieten	2009	x	r	r

