

REGIONE
TOSCANA



Piste ciclabili in ambito fluviale

manuale tecnico

seconda edizione

Piste Ciclabili in Ambito Fluviale

Manuale Tecnico - seconda edizione

La presente pubblicazione vuole essere un supporto snello ed immediato per illustrare i criteri guida nella realizzazione delle piste ciclabili. Resta inteso che la progettazione dovrà tenere conto delle singole peculiarità del tracciato che si intende realizzare, delle normative vigenti e delle indicazioni delle Amministrazioni locali competenti.

Coordinamento scientifico ed editoriale

Regione Toscana

Assessorato all'Ambiente e Energia

Direzione Generale delle politiche territoriali, ambientali e per la mobilità

Ufficio Tecnico del Genio Civile

Area vasta di Firenze, Prato, Pistoia ed Arezzo

Coordinamento regionale prevenzione sismica

Giancarlo Fianchisti – giancarlo.fianchisti@regione.toscana.it

Stefano Tanini – stefano.tanini@regione.toscana.it

Marco Liuti – marco.liuti@regione.toscana.it

Stefano Acciaioli – stefano.acciaioli@regione.toscana.it

Si ringraziano per il prezioso contributo professionale nella stesura di questo manuale:

Romano Langé, Fabio Martelli (Regione Toscana - Genio Civile di Firenze)

Milena Caradonna, Antonio Moschi, Riccardo Vigni (Regione Toscana);

Leonardo Ermini, Andrea Morelli (Provincia Firenze);

Riccardo Buffoni, Enrico Gusmeroli (Provincia Arezzo)

Antonio Conti, Edy Pardini (Provincia Pisa)

Sergio Signanini (Fiab)

Stampa

Centro Stampa Giunta Regione Toscana

Gennaio 2011

Distribuzione gratuita



Indice

Presentazione	5
<i>Anna Rita Bramerini, Assessore all'Ambiente Regione Toscana</i>	
Prefazione	7
<i>Giancarlo Fianchisti, Dirigente Genio Civile di Firenze</i>	
Premessa	9
L'ambito fluviale come risorsa	11
Progettare una pista ciclabile	13
Caratteristiche tecniche generali	17
Criteri di base per gli ambiti fluviali	19
Dispositivo tecnico	20
Pavimentazioni	23
Accessori alle piste ciclabili	29
Attraversamento dei corsi d'acqua	35
Segnaletica	41
Manutenzione	45
Appendice	47
Esempi di tipologie e costi	
Analisi dei costi parametrici per le passerelle ciclopedonali	
Normativa	

Presentazione

La Toscana ha fatto dello sviluppo sostenibile un tema fondamentale delle politiche regionali. Risulta chiaramente dal “Piano di sviluppo regionale” che punta a un minor consumo di materie prime, un minor consumo energetico, un miglior utilizzo della risorse idriche e quindi, una maggiore tutela dell’ambiente. Fattori che contribuiscono a garantire una migliore qualità della vita per i cittadini di oggi e per le generazioni future.

Per realizzare il nostro progetto non possiamo prescindere dalla mobilità, che incide in modo determinante sulla spesa, sull’inquinamento e sulla salute delle collettività. Perciò stiamo lavorando ad una mobilità sostenibile che, coniugata alle energie pulite e rinnovabili, rappresenta una delle nostre sfide del futuro.

Già oggi siamo chiamati a mettere in atto comportamenti virtuosi in nome di una rinnovata attenzione alla qualità degli ambienti urbani, una migliore qualità dell’aria e perché no, anche degli stili di vita. L’uso della bicicletta risponde bene a tutte queste esigenze. E la Regione Toscana lo sostiene, lo stimola e lo incentiva. Proprio di recente tra le infrastrutture di interesse regionale è stata inserita la “Ciclopista dell’Arno”, un’opera che potremmo definire la “spina dorsale” di un sistema fatto di molte altre ciclopiste legate ai vari affluenti e che va a comporre un reticolo di mobilità dolce diffuso su tutto il territorio regionale.

Le “Piste ciclabili in ambito fluviale” - che è anche il titolo di questa pubblicazione - rivestono dunque un ruolo importante sia dal punto di vista sociale sia ambientale, perché danno l’opportunità di tornare a vivere il fiume e sottolineano il valore che ha il recupero dei corsi d’acqua quali veri e propri “parchi naturali”: una pedalata lungo la sponda o la sosta sulla panchina di un’area attrezzata sono boccate d’ossigeno e beni preziosi per qualsiasi centro abitato.

Nell’ottica di un coordinamento tra le varie iniziative locali, questa pubblicazione nasce come una guida, ha lo scopo cioè di uniformare sistemi e metodi esecutivi delle piste ciclabili e della loro segnaletica. Con questo piccolo contributo la Regione Toscana si propone di dare supporto tecnico, e dove possibile anche economico, alla realizzazione delle piste ciclabili che ci auguriamo - ci stiamo impegnando per farlo - possano crescere ancora. E con loro possa crescere in tutti la voglia di spostarsi in bici.

Anna Rita Brammerini
Assessore all’Ambiente

Prefazione

Nel luglio 2007, a seguito di un incontro tra l'Assessore all'Ambiente della Regione Toscana e le Amministrazioni comunali e provinciali dei territori lungo il fiume Arno, l'Ufficio del Genio Civile per l'area vasta di Firenze, Prato, Pistoia e Arezzo ha ricevuto l'incarico di svolgere il coordinamento tra le amministrazioni per la realizzazione della "Ciclopista dell'Arno". Nei mesi successivi, dopo numerosi incontri e sopralluoghi con le amministrazioni locali, l'ufficio ha realizzato una planimetria dettagliata dello stato di fatto delle piste ciclabili lungo l'asta dell'Arno.

Nel Febbraio 2010 il Direttore Generale delle politiche territoriali e ambientali, Dott. Mauro Grassi, ha costituito un "Gruppo tecnico" che, dopo una serie di riunioni tematiche per singola provincia, ha prodotto uno studio di fattibilità particolareggiato con indicate le priorità degli interventi da eseguire per ogni tratto interessato e una stima dei costi.

Nell'ottica di questo importante progetto, in accordo con l'Assessore Anna Rita Brammerini, abbiamo voluto ribadire e diffondere alcune indicazioni di uniformità riguardo alle scelte progettuali, tipologiche ed esecutive nella realizzazione delle piste ciclabili in ambito fluviale della Regione Toscana.

Questa seconda edizione del manuale tecnico è arricchita con l'indicazione di nuove tipologie del manto di copertura delle piste e con un capitolo dedicato alle passerelle. Trattando di piste ciclabili in fregio a corsi d'acqua, si incontrano numerosi punti dove è necessario scavalcare piccoli o grandi fossi e torrenti immissari con passerelle ciclabili.

Pertanto, vista la rilevanza dell'argomento nella progettazione, sono state prese in considerazione alcune passerelle tipo (in legno, in ferro, in cemento) e ne è stato calcolato il costo a metro lineare per ogni singola tipologia. E' possibile quindi ricavare un dato approssimativo, ma immediato, dell'incidenza di tali manufatti sul costo complessivo della pista che si intende realizzare.

Così come per la prima edizione, per questo manuale, si è voluto mantenere fede ad uno stile di facile consultazione che vuole offrire un semplice riferimento verso una maggiore uniformità nella realizzazione delle piste ciclabili. Questo per evitare, per quanto possibile, quella frammentazione di tipologie costruttive e segnaletica che rischia di determinarsi quando, come nel caso delle ciclopiste, vi è un'ampia molteplicità di soggetti chiamati alla realizzazione delle stesse.

Non si tratta quindi di regole ferree, ma di una costruttiva collaborazione per rendere ogni tracciato ciclabile della toscana, parte integrante di un disegno omogeneo che, una volta compiuto, porterà vantaggi a tutto il sistema regionale della mobilità dolce.

Ing. Giancarlo Fianchisti
Dirigente Genio Civile Area Vasta
Firenze, Prato, Pistoia e Arezzo

Premessa

In tutta l'Europa comunitaria, la viabilità ciclistica ha assunto un grande rilievo nelle politiche pubbliche e, di conseguenza, negli investimenti per le infrastrutture necessarie a facilitarne lo sviluppo.

L'incremento dell'utilizzo della bicicletta come mezzo di trasporto, specialmente nelle aree urbanizzate, porta numerosi vantaggi quali: un evidente risparmio economico individuale, un miglioramento ecologico ambientale, un generale risparmio energetico e, non ultimo, un grande contributo al benessere in termini di sanità e di qualità della vita dei cittadini.

Ma la cosa che forse non tutti sanno è che l'uso della bicicletta sulle brevi e medie distanze (fino a 6-7 km., vale a dire la maggioranza degli spostamenti quotidiani individuali), è vantaggioso anche dal punto di vista dei tempi di percorrenza nei confronti di tutti gli altri mezzi di trasporto. Sono state fatte varie prove dove si è dimostrato che nelle grandi città la bici ha tempistiche simili o poco superiori al motorino, e batte largamente sia i mezzi pubblici che, ovviamente, l'automobile.

In più, se andiamo oltre alla funzione di puro mezzo di trasporto e guardiamo alla bicicletta come mezzo ludico per cicloturismo o anche per semplice escursione della domenica, vediamo che percorsi ciclabili extraurbani, spesso in territori di particolare pregio come parchi o zone di interesse storico culturale, hanno assunto una importanza sempre più rilevante.

Esiste una nuova consapevolezza da parte delle comunità circa la necessità di valorizzare i propri territori all'insegna della sostenibilità.

Ecco che la realizzazione di ciclovie di media e lunga percorrenza appare oggi una scelta di buona politica e di buona gestione del territorio da parte dalle

amministrazioni locali.

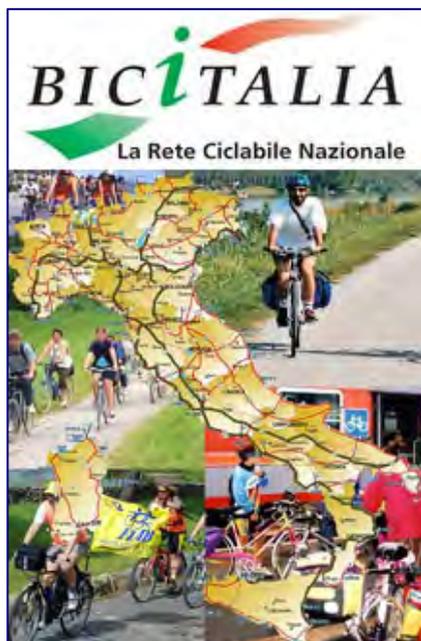
Una delle iniziative più ambiziose che sono state messe in campo, sul territorio italiano, è il progetto della "Ciclopista del Sole" patrocinato dalla *FIAB* (Federazione italiana amici della bicicletta), che si propone di attraversare tutta l'Italia da Nord a Sud e dare



vita ad un sistema di diramazioni trasversali (Lungo il Po, l'Arno e il Tevere) e di percorsi costieri sia lungo il Tirreno che lungo l'Adriatico.

Un progetto che si inserisce, a livello europeo, nell'itinerario Eurovelo n° 7 – **Middle Europe Route – Capo Nord-Malta**: uno dei 12 itinerari ciclabili di lunga percorrenza che attraversano tutto il continente, per oltre 60.000 chilometri di piste ciclabili, di cui 45.000 già realizzate.

Nell'ultimo decennio anche nel nostro paese si sono mossi importanti passi. Il Ministero dell'Ambiente si è fatto promotore della Prima Conferenza Nazionale della Bicicletta svoltasi a Milano nel Novembre 2010 dove è emersa l'opportunità di riflettere a livello nazionale sulla istituzione di un "Ufficio speciale" quale organo in grado di promuovere la mobilità dolce e di facilitare una sorta di incontro tra domanda e offerta, a vario titolo, tra i diversi soggetti locali e nazionali,.



La realizzazione di una **“rete nazionale di percorribilità ciclistica”** rappresenterebbe un grande valore aggiunto per un turismo sostenibile, per uno sviluppo delle economie locali, nonché uno stimolo per la conservazione, il recupero e il miglioramento ambientale attraverso l'utilizzo di percorsi esistenti quali strade vicinali e poderali, ferrovie dismesse e soprattutto **argini e sponde fluviali**.

La Regione Toscana contribuisce alla realizzazione della rete nazionale con progetti di mobilità dolce quali la “Ciclopista dell'Arno”, la “Francigena” e la “Ciclabile della Costa Tirrenica”.

L'ambito fluviale come risorsa

Le piste ciclabili lungo le sponde dei fiumi si configurano come percorrenze “naturali” sia dal punto di vista morfologico, per la mancanza di forti dislivelli, che dal punto di vista storico-turistico. Infatti, i fiumi

costituiscono l'ossatura intorno alla quale si sono sviluppate storicamente tutte le attività umane e rappresentano quindi la più capillare forma di collegamento tra le varie città ed i piccoli centri turisticamente rilevanti.

Senza contare che un sistema di percorrenze ciclabili in ambito fluviale, costituisce un importante fattore di stimolo per l'azione di risanamento dei fiumi, per il recupero di preziosi manufatti di antica memoria e per la realizzazione di parchi fluviali in un ampio processo di



riqualificazione e riutilizzo dei corsi d'acqua come risorsa ambientale, culturale e ricreativa.

In questa ottica la legge 366 del 19 ottobre 1998, all'art. 8, ha previsto che *“gli argini dei fiumi e dei torrenti possono essere utilizzati (...) per la realizzazione di piste ciclabili”*.

Il fiume, per l'uomo, ha sempre segnato il percorso ideale per facilitare spostamenti e collegamenti.



Una visione del fiume come traccia per il viaggio rappresenta un riavvicinamento delle comunità ai corsi d'acqua con una logica di armonia e non di semplice sfruttamento della risorsa naturale.

In Toscana negli ultimi anni, in tutti gli atti di

programmazione politica, questo tema è stato portato avanti in maniera convinta sia a livello di enti locali che a livello regionale.

La Ciclopista dell'Arno

L'idea della "Ciclopista dell'Arno" è stata promossa dall'Assessorato all'Ambiente della Regione Toscana fin dal 2004, con la firma di un primo protocollo d'intesa con cui Regione, Province e Comuni si impegnavano a verificare la fattibilità dell'opera; in tutti questi anni il progetto ha maturato una evoluzione costante, grazie all'impegno del Genio Civile di Firenze che ha svolto il ruolo di raccordo e raccolta di tutte le iniziative portate avanti dalle singole amministrazioni locali, arrivando a fornire un quadro dettagliato della situazione allo scopo di definire una ipotesi di tracciato.

Il 16 dicembre 2009, la Regione Toscana ha costituito un Tavolo Tecnico composto da: Regione Toscana e Province di Arezzo, Firenze e Pisa, con la consulenza di FIAB, dove sono state definite in maniera dettagliata le fasi progettuali della Ciclopista dell'Arno. Questo progetto è stato inserito nell'ultimo programma regionale delle infrastrutture: per la prima volta una pista ciclabile viene inserita nelle infrastrutture di interesse regionale.



E' da questa spinta, e dalle singole e lodevoli iniziative di molte Amministrazioni locali e associazioni di appassionati, che abbiamo voluto attingere spunti, idee ed informazioni tecniche per la stesura di questa seconda edizione del manuale.

Progettare una pista ciclabile

Come già detto, questa pubblicazione vuole essere un supporto snello ed immediato per definire alcuni criteri guida nella realizzazione delle piste ciclabili. Rimane comunque evidente che la progettazione, in

riferimento alle singole peculiarità del tracciato che si intende realizzare, dovrà tenere conto delle normative vigenti.

Qui di seguito riportiamo le principali norme di riferimento per la progettazione delle piste ciclabili e la normativa in materia di difesa idraulica nazionale e regionale che disciplina gli interventi in fregio ai corsi d'acqua.

Oltre agli obblighi normativi, devono essere tenute in considerazione altre tematiche

Normativa di riferimento per le piste ciclabili

- **L. 19 ottobre 1998 n. 366** – *“Norme per il finanziamento della mobilità ciclistica”*
- **D.M. 30 novembre 1999 n. 557** - *“Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”*
- **D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285** e s.m.i. – *“Nuovo Codice della Strada”*
- **D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495** - *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo codice della strada”*

Normativa in materia di sicurezza idraulica

- **R.D. 25 luglio 1904 n 523** – *“Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”*
- **L.R. 11 dicembre 1998 n: 91** - *“Norme per la difesa del suolo”*
- **D.G.R. 23 luglio 2001 n. 822** – *“Circolare interpretativa per l'applicazione dell'art. 12 L.R. 91/98 e s.m.”*
- **D.P.C.M. 6 maggio 2005** – *“Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico”*
- **D.C.R. 24 luglio 2007 n. 72** (ex D.C.R. 12/2000 già D.C.R. 230/94) – *“Approvazione del piano di indirizzo territoriale (PIT)”*
- **D.C.R. 20 maggio 1997 n. 155** – *“Direttive concernenti criteri progettuali per l'attuazione degli interventi di difesa del suolo”*

relative alla sicurezza alla opportunità ed alla convenienza di tali interventi.

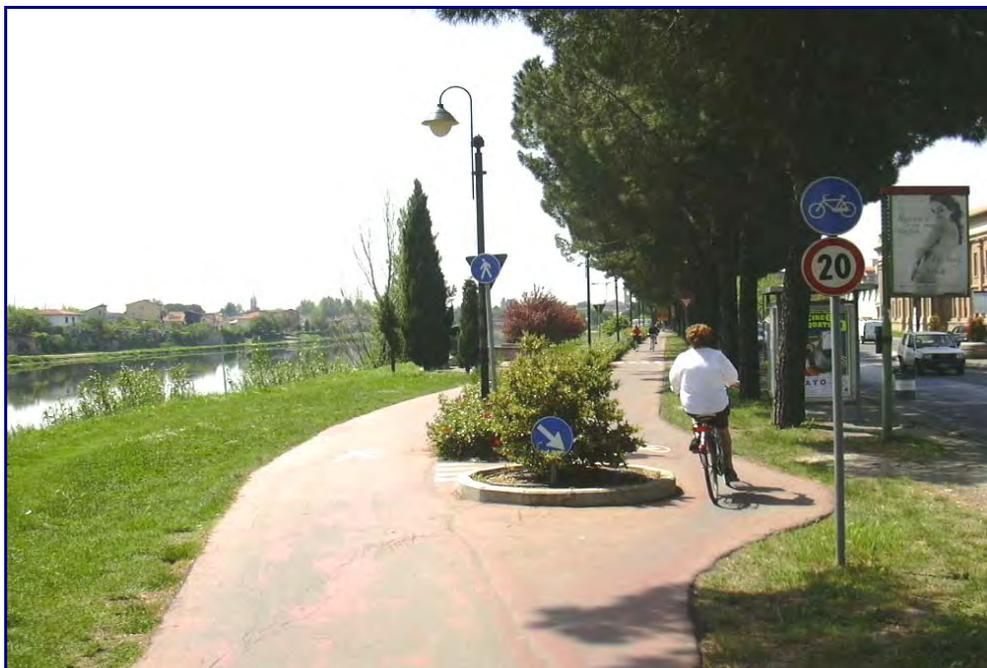
Bisogna sempre considerare che si tratta di percorsi realizzati in funzione di un'ampia tipologia di utenza (che va dai ciclo-escursionisti, agli sportivi veri e propri, ai gruppi e alle famiglie) che usa la bicicletta per scopi diversi.

Particolare attenzione quindi alla sicurezza del tracciato, che significa accessoriare la pista con:

- eventuali parapetti laddove siano presenti dislivelli e attraversamenti in quota;
- un tipo di fondo che permetta un buon drenaggio, un livellamento efficace ed una buona scorrevolezza;
- illuminazione di alcuni tratti particolarmente frequentati.

E' poi necessario che la percorrenza di una pista ciclabile sia anche "facile" ed interessante; quindi, nella fase progettuale, bisogna fare in modo che la pista si presenti:

- riconoscibile e continua, evitando salti di quota repentini e cercando di realizzare fondi, finiture, arredi ed accessori omogenei;
- chiara ed univoca, con segnalazioni adeguate delle direzioni, dei percorsi di avvicinamento, dei punti di sosta, delle attrezzature e dei servizi presenti sulla pista o facilmente raggiungibili.



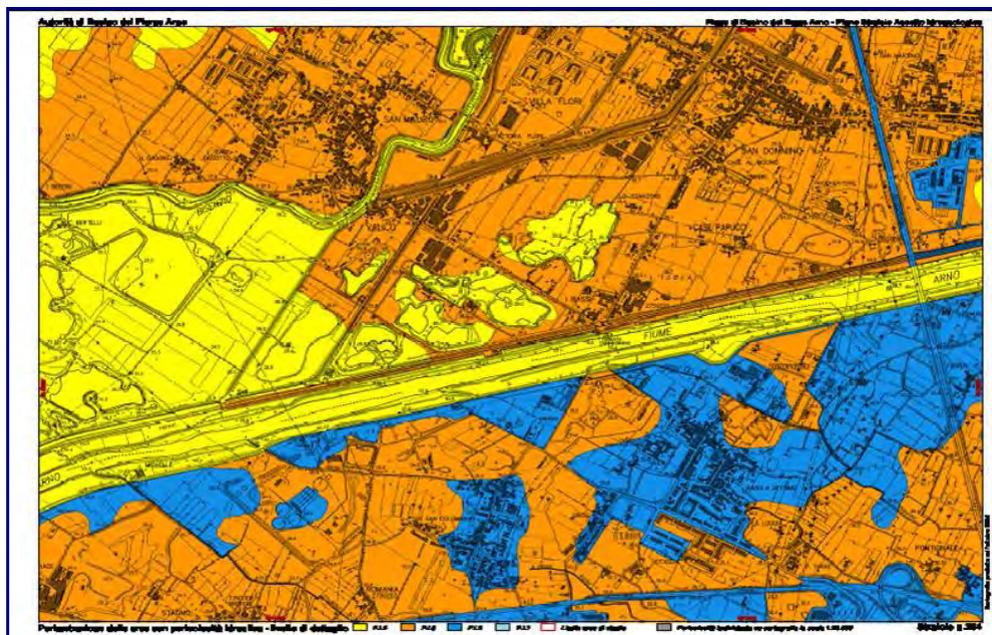
Pista ciclabile lungo il Fiume Bisenzio nel comune di Prato

L'interesse nel percorrerla, può essere anche stimolato progettando il tracciato in stretta relazione con il contesto territoriale che attraversa, segnalando i punti di interesse ambientale e culturale presenti nelle vicinanze e agevolando l'integrazione della bicicletta con gli altri mezzi di mobilità (ad esempio indicando la presenza di parcheggi per le automobili, le stazioni ferroviarie o le fermate dei mezzi di trasporto pubblici).

Sarà poi importante realizzare lungo la ciclopista zone di sosta e di servizio, aree attrezzate a scopo didattico, punti di osservazione ambientale e installare cartelloni illustrativi della flora e della fauna presenti e contenenti notizie storiche relative alle località attraversate.

Per facilitare sul piano economico, gestionale e amministrativo la realizzazione del percorso ciclabile, è bene valutare attentamente il tracciato di progetto cercando di utilizzare percorsi esistenti e riducendo, per quanto possibile, la necessità di espropri.

In quest'ottica, l'utilizzo delle pertinenze fluviali, spesso riconducibili a proprietà del Demanio idrico, facilita la soluzione del problema; bisogna però ricordare che dovrà essere sempre mantenuta una fascia libera di rispetto dalle opere idrauliche e dal ciglio di sponda secondo quanto disposto dal R.D. 523/1904. Sono ammesse deroghe alle prescrizioni di cui al Testo Unico, solo se opportunamente motivate e per brevi tratti di pista ciclabile.



Esempio di una cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico

Il progetto dovrà anche tener conto delle specifiche normative e prescrizioni relative al rischio idraulico per persone e beni; è pertanto fondamentale determinare il livello di piena del corso d'acqua in relazione a vari tempi di ritorno e segnalarlo lungo la pista.

A tale scopo è consigliabile riferirsi alle cartografie del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) realizzate dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, che individuano quattro livelli di pericolosità idraulica, per ognuno dei quali sono definite le tipologie di intervento ammesse. E' anche possibile consultare la "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana": uno studio predisposto dalla Regione Toscana e dal PIN S.c.r.l. allo scopo di fornire valori di riferimento per la pianificazione territoriale.

Insomma, una pista ciclabile in ambito fluviale deve contenere una chiara e capillare segnalazione di quei tratti in cui il passaggio avviene in zone inondabili da eventi di piena e la pista stessa può essere sommersa con probabilità di ritorno di una o più annualità.

Il concetto da seguire è quello di fornire al cittadino (nel nostro caso un ciclista) libertà di accesso a seguito di chiare informazioni e non quello di sottoporlo a divieti assoluti a fronte del rischio di qualcosa che può determinarsi magari una volta ogni 30 anni.

Ad ogni buon conto, si consiglia di sviluppare la fase progettuale in accordo con i tecnici dell'Ente (o degli Enti) competente per le varie autorizzazioni.

Caratteristiche tecniche generali

La realizzazione di una pista ciclabile segue le normali metodologie di una qualsiasi altra strada. Una volta eseguito lo scavo di sbancamento per la formazione del cassonetto dovrà essere predisposta una

fondazione in pietrame di spessore almeno 20 cm su cui verrà stesa una massiccata costituita da pietrisco di pezzatura variabile da 40/60 mm, opportunamente compattato mediante cilindratura con rulli compressori.

Successivamente sarà necessario intervenire con delle ricariche di pietrisco di pezzatura da 5/20 mm. al fine di formare un piano di posa omogeneo e compatto.

Le proprietà degli aggregati da utilizzare per la massiccata sono disciplinate dalla norma UNI 13242/2008.

In determinate condizioni di terreno può essere opportuno prevedere uno strato di geotessile sotto la massiccata, con funzione di filtrazione, separazione e rinforzo.

Ai lati della massiccata può essere disposto un cordonato prefabbricato in cls a delimitare la pista. Lo

schema in figura 1 esemplifica la tipologia standard di un "cassonetto" per pista ciclabile con geotessile e cordonato.

Lo strato di finitura superficiale potrà essere scelto a seconda del contesto, dello scopo, e dei margini di spesa ma preferibilmente è opportuno scegliere finiture bituminose, che oggi si possono eseguire in svariati colori, per garantire una migliore

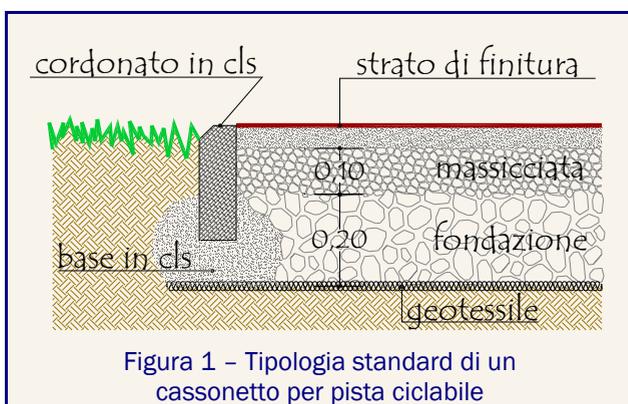


Figura 1 – Tipologia standard di un cassonetto per pista ciclabile

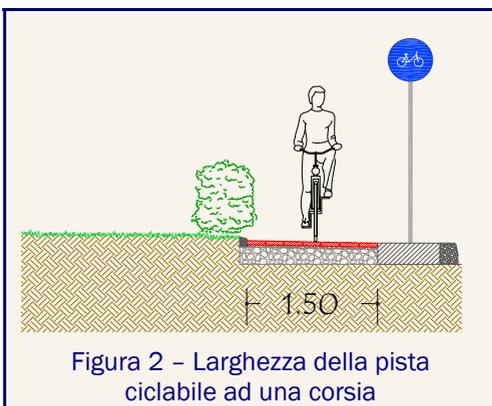


Figura 2 – Larghezza della pista ciclabile ad una corsia

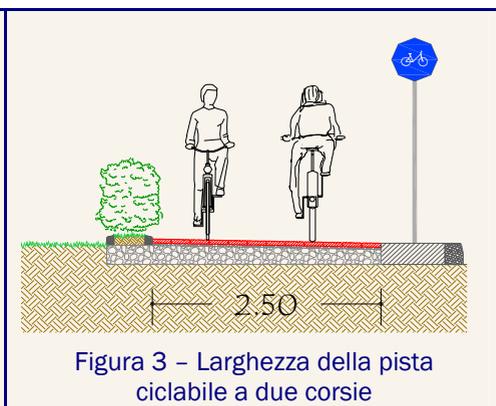


Figura 3 – Larghezza della pista ciclabile a due corsie

scorrevolezza. Ulteriori approfondimenti e specifiche tecniche si rimandano al capitolo delle “Pavimentazioni”.

La larghezza standard di una corsia ciclabile è di m 1,50 per piste con unico senso di marcia, per tenere conto degli ingombri di ciclista e bicicletta, dello spazio per l'equilibrio e di un accettabile margine libero, (figura 2); la larghezza può essere ridotta a m 1,25 nel caso di due corsie contigue (figura 3), per una larghezza complessiva minima pari a 2,50 metri.

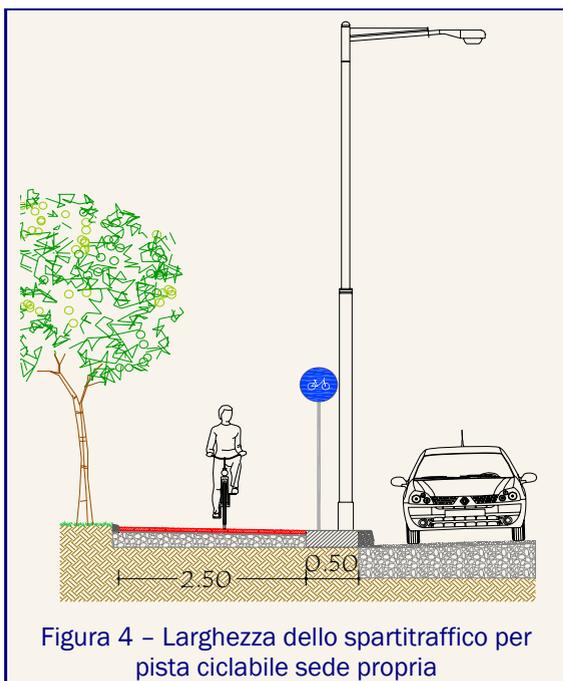


Figura 4 – Larghezza dello spartitraffico per pista ciclabile sede propria

Eccezionalmente, e per tratti limitati, la larghezza della corsia ciclabile può essere ridotta fino a m 1,00 per esigenze tecniche dovute a passaggi in ambiti particolarmente difficoltosi.

La larghezza dello spartitraffico invalicabile tra una pista in sede propria ed una strada a scorrimento non deve essere inferiore a 50 cm. per consentire l'apposizione della segnaletica stradale verticale e dei lampioni per l'illuminazione (figura 4). Per le piste su corsia riservata la segnaletica orizzontale di margine assume il significato di spartitraffico invalicabile.

La velocità di progetto, a cui correlare le distanze di arresto e quindi le lunghezze libere di visuale, va definita tratto per tratto tenendo conto che i ciclisti in pianura viaggiano ad una velocità media di 20-25 km/h e che in discesa con pendenza del 5% possono raggiungere anche i 40 km/h. La pendenza longitudinale va uniformata a quella della strada contigua. Nel caso di piste con percorsi indipendenti, tale pendenza non deve superare il 5% (ad eccezione delle rampe per gli attraversamenti ciclabili che possono raggiungere il 10%) con una pendenza media consigliabile per l'intera pista pari al 2%. Tali indicazioni servono anche a verificare la fattibilità di piste adiacenti alla viabilità ordinaria.

Una leggera pendenza trasversale deve permettere lo scorrimento delle acque piovane, evitando compluvi che possano formare ristagni d'acqua. La pista andrà inclinata verso le caditoie stradali, in caso di pista contigua alla viabilità; in caso di pista lungo i corsi d'acqua la pendenza dovrà essere verso il fiume; per le piste in sommità arginale potrà anche essere formato un displuvio per far scivolare l'acqua da entrambi i lati.

Criteri di base per gli ambiti fluviale

La progettazione e la realizzazione delle piste ciclabili in ambito fluviale che risponda ai criteri di legge e che sia al tempo stesso fruibile e facile da percorrere deve necessariamente seguire alcuni criteri base

che di seguito riportiamo:

- salvaguardare la funzionalità di sponde, argini e muri di sponda;
- salvaguardare, particolarmente in fase di esecuzione dei lavori, il complesso del sistema naturalistico caratteristico dei corsi d'acqua;
- progettare il percorso preferibilmente a livello del piano di campagna; eventuali tratti in rilevato e/o interni all'alveo fluviale, dovranno prevedere segnaletica e dispositivi idonei a garantire la sicurezza idraulica;
- essere idonea a sopportare il transito periodico delle macchine operatrici adibite alla manutenzione idraulica;
- prevedere adeguate vie di fuga, preferibilmente almeno ogni 500 metri;
- evitare impermeabilizzazioni del terreno; nel caso di fondi bituminosi è quindi preferibile l'utilizzo di asfalti drenanti;
- rispettare la segnaletica prescritta dal codice della strada;
- predisporre "accessori di complemento" (panchine, cestini, segnaletica, elementi sportivi/ludici) adeguatamente ancorati al terreno ma, qualora ne ricorra l'esigenza, asportabili per le manutenzioni idrauliche;
- porre le strutture di servizio (gazebo, tettoie, bar etc.) in condizioni di sicurezza idraulica alle distanze prescritte dalla legge e saldamente ancorate al terreno, quando si tratta di opere permanenti. Smontabili e asportabili quando si tratta di opere stagionali.
- segnalare opportunamente gli accessi/vie di fuga ed eventualmente predisporre adeguata illuminazione;
- privilegiare scelte che consentano facilità di manutenzione dopo l'ultimazione dei lavori;
- prevedere, se possibile, la realizzazione di oasi floro-faunistiche a scopo didattico e di miglioramento ambientale.

Dispositivo tecnico

In prossimità dei corsi d'acqua, dovranno essere sempre rispettate le distanze minime prescritte dal R.D. 523/1904 "Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche" nel quale, all'art. 96, si stabilisce

che "sono lavori ed atti vietati in modo assoluto... le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra (...) a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi".

La tipologia d'intervento per la realizzazione di una pista ciclabile non si configura né come scavo, né come corpo di fabbrica, per cui la fascia di rispetto da mantenere, sia dal ciglio di sponda che dal rilevato arginale, è di 4 metri (figure 5 e 6).

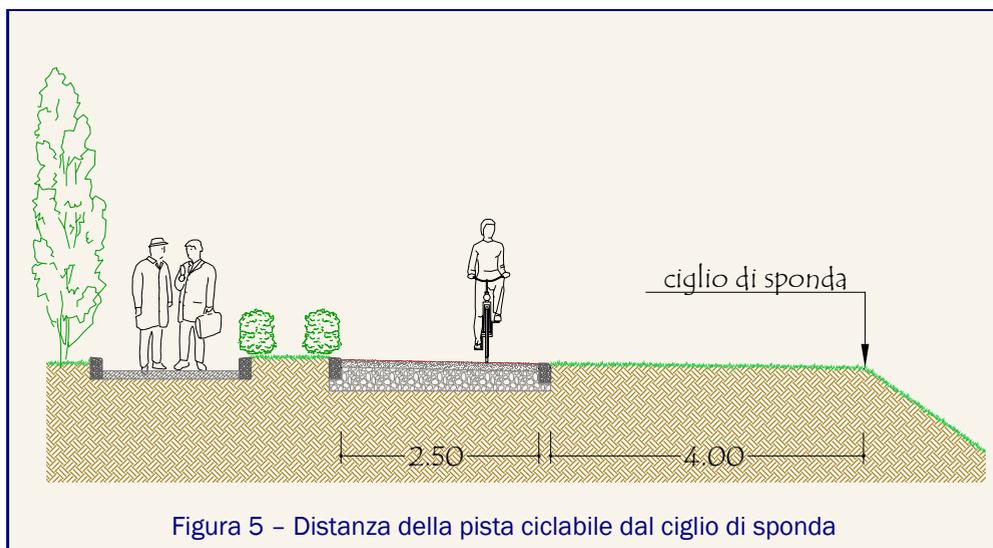
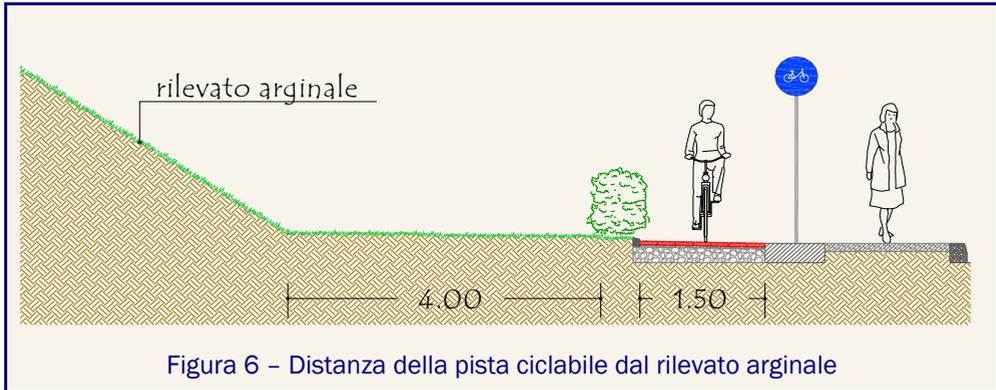


Figura 5 - Distanza della pista ciclabile dal ciglio di sponda

Risulta comunque evidente che quando si va ad operare in fregio ai corsi d'acqua occorre adottare le dovute precauzioni ed i necessari accorgimenti al fine di garantire sempre l'inalterabilità dell'alveo del fiume e l'accesso per la sua manutenzione.

Nel caso si voglia realizzare una pista ciclabile sulla sommità arginale, così come previsto dalla L. 366/98 in precedenza menzionata, la normativa di riferimento è sempre il regio decreto di cui sopra che, all'art. 59, così recita: "trattandosi di argini pubblici, i quali possono rendersi praticabili per istrade pubbliche e private..., potrà loro concedersene l'uso sotto le condizioni che per la perfetta conservazione di essi argini saranno prescritte dal prefetto" (oggi competenza regionale e/o provinciale); da tutto ciò si evince quindi che non ci sono preclusioni a realizzare piste ciclabili sulle sommità arginali essendo da sempre previsto che essi possano essere utilizzati come

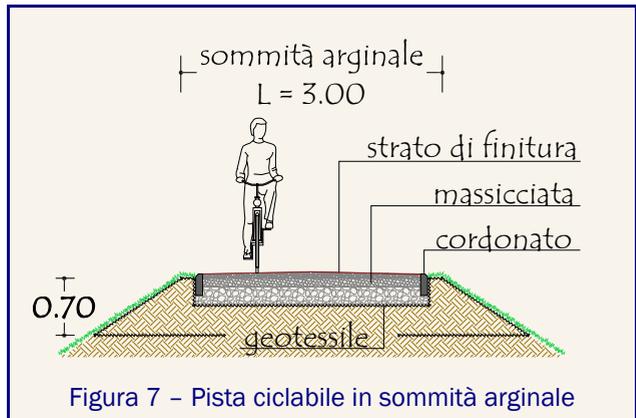
viabilità pubblica. A questo però si deve aggiungere che “*qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all’uso, a cui sono destinati gli argini...*” è vietato “*in modo assoluto*” come stabilito dall’art. 96 comma g) del regio decreto. Alla luce di quanto enunciato si può concludere dicendo che le piste ciclabili in sommità arginale sono realizzabili a patto che non si alteri in alcun modo il corpo arginale.



Una condizione necessaria quindi è che la sommità sia larga abbastanza da lasciare un margine da ambo i lati; posto che la larghezza standard della pista è di 2,50 metri, si può ipotizzare che sia possibile quando la larghezza in testa d’argine sia almeno di 3,00 metri. Nella figura 7 si riporta uno schema possibile per realizzare una pista ciclabile in sommità arginale.

Ovviamente sarà possibile realizzare esclusivamente la massicciata, delimitata da un cordonato in cls, e lo strato di finitura, da scegliere tra varie possibilità, senza escludere anche soluzioni di asfalto drenante; la sommità arginale potrà essere rivestita con uno strato di materiale geotessile che permette il mantenimento della forma senza fenomeni di dilavamento.

La pista dovrà avere pendenza trasversale verso l’esterno per evitare la formazione di pozze d’acqua sulla sommità arginale. Sono da escludere l’alloggiamento di polifore per illuminazione e di qualsiasi altro accessorio



(panchine, cartelli stradali, ecc.) a meno che gli spazi siano tanto grandi da poterne permettere l'installazione; per eventuali parapetti di sicurezza si rimanda al capitolo successivo.

Per i raccordi con le piste in sommità arginale, il R.D. 523/1904 prevede, all'art. 97, che *“la formazione di rilevati di salita o discesa dal corpo degli argini”* sono *“opere che si possono eseguire con speciale permesso del prefetto”* (oggi competenza Regionale e/o Provinciale).



Esempio di una pista ciclabile in sommità arginale

Pavimentazione

La tipologia della pavimentazione deve innanzitutto garantire condizioni di agevole transito ai ciclisti evitando per quanto possibile l'uso di griglie per la raccolta di acque meteoriche e riducendo al minimo

l'utilizzo di elementi che ne rendano difficoltosa la percorrenza. Possiamo dividerle in diverse categorie: pavimentazioni ad elementi, flessibili, rigide, in terra stabilizzata e in stabilizzato di cava. Vediamo una sintesi delle caratteristiche di ciascuna di esse:

Le pavimentazioni ad elementi, come i lastricati ed i selciati, sono formate da blocchi di varie dimensioni. I lastricati sono costituiti da elementi in pietra di forma parallelepipedica con due dimensioni più sviluppate rispetto alla terza (spessore); i materiali impiegati generalmente sono il porfido, il basalto ed il granito e vengono posati su un letto di sabbia o di malta di spessore variabile. Si tratta di una tipologia

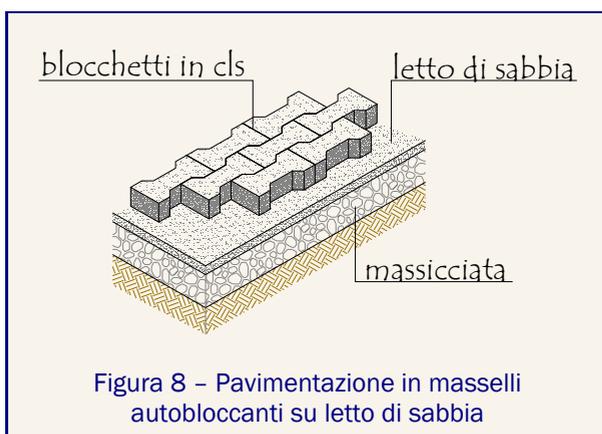


Figura 8 - Pavimentazione in masselli autobloccanti su letto di sabbia

ormai in disuso perché non garantisce una buona regolarità e tenuta nel tempo. I selciati invece sono formati da elementi più piccoli; una volta si usavano i cosiddetti blocchetti di porfido disposti ad arco; adesso sono generalmente prefabbricati in calcestruzzo, e sono comunemente chiamati "masselli autobloccanti" (figura 8); vengono posati su un letto

di sabbia di spessore uniforme. Per la loro conformazione e la posa ad incastro garantiscono un'ottima regolarità nel tempo, in quanto sulle piste ciclabili, non devono sopportare carichi eccessivamente pesanti.

Le pavimentazioni flessibili, sono formate da uno strato di fondazione, una massiccata, uno strato di collegamento o binder e uno di usura. Questa tipologia, che è quella comunemente usata per tutte le strade, garantisce un'ottima durata nel tempo ed una scorrevolezza migliore rispetto a quella ad elementi.

La fondazione e la massiccata sono costituite da aggregati di varia dimensione, come già descritti nel capitolo precedente. Al di sopra della massiccata si dispone lo strato di conglomerato bituminoso in spessore variabile tra i 7 e i 12 cm; in genere si tratta di due differenti strati: quello più profondo detto binder è una miscela bituminosa aperta mentre quello superficiale, detto manto d'usura, è caratterizzato da un conglomerato

bituminoso chiuso di ottima qualità e buona resistenza al taglio (figura 9).

La differenza tra conglomerati aperti e chiusi è legata essenzialmente alla percentuale di aggregati di grosse dimensioni, così come definiti dalla norma UNI 13043/2004. Tra i conglomerati aperti si stanno diffondendo i cosiddetti conglomerati drenanti, definiti

dalla norma UNI 13107-7/2006, ossia quelli che si lasciano attraversare dall'acqua, garantendo così una minore scivolosità in caso di pioggia.

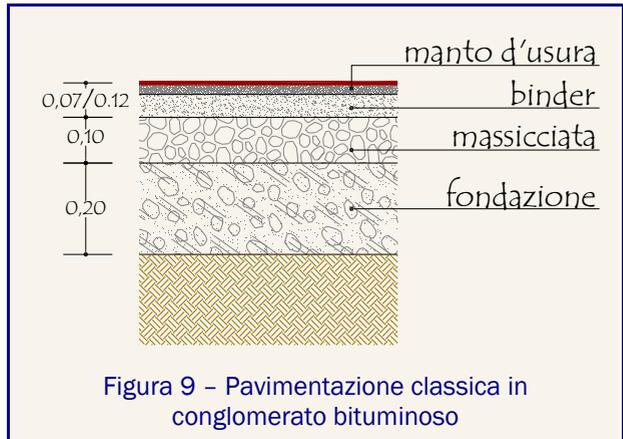


Figura 9 – Pavimentazione classica in conglomerato bituminoso



Asfalto stampato con imprimitura di disegni geometrici e resinatura in vari colori



Asfalto stampato con sola resinatura colore chiaro

Negli ultimi anni si sta diffondendo moltissimo la tecnica di "streetprint" ossia l'asfalto stampato. Questa soluzione può essere realizzata con due tecniche diverse, alternative e complementari: **l'imprimitura**, con la quale viene steso il manto di usura di spessore 3 cm. che poi viene passato con speciali matrici in acciaio che possono riprodurre vari disegni ed infine colorato con un mix di resine modificate a rapido indurimento. E la **resinatura** con la quale viene applicato un rivestimento colorato modificato a base di resine acriliche all'acqua miste a filler selezionati e pigmenti concentrati che, miscelati in quantità proporzionate, garantisce superfici bitumate con un ottimo potere di

aderenza e copertura. La superficie che si ottiene presenta un carattere estetico gradevole ed un'ottima percorribilità sia in condizioni di asciutto che di pioggia.

L'imprimitura è più adatta a percorsi nei centri urbani, mentre la resinatura è preferibile per le piste ciclabili che si sviluppano in territorio aperto, che hanno una valenza paesaggistica importante, e devono combinare l'esigenza di una superficie liscia e scorrevole adatta al ciclo-turista ed alle lunghe percorrenze, con l'esigenza di un impatto ambientale basso.

Le pavimentazioni rigide sono costituite da lastre di calcestruzzo e sono dotate di una forte resistenza al taglio ed una discreta resistenza flessionale. La realizzazione di questa tipologia prevede la formazione di una fondazione in materiale lapideo non legato sulla quale si va a poggiare la lastra di calcestruzzo, per uno spessore che può variare dai 10 ai 20 cm. Lo spessore della lastra varia in relazione all'eventuale armatura posta in opera; l'armatura infatti consente di ridurre lo spessore ed anche di eliminare i giunti di dilatazione, che, in caso di lastra non armata, devono essere realizzati trasversalmente per evitare spaccature.



Pavimentazione in calcestruzzo trattata con disattivatore

nel tempo ed una indeformabilità molto superiori.

In particolare l'effetto "sasso lavato" si ottiene con un prodotto chiamato disattivatore che viene applicato con adeguata pompa a bassa pressione, subito dopo il getto, la staggatura e la lisciatura del calcestruzzo. La pavimentazione così trattata può essere eseguita in unica soluzione oppure su un massetto di calcestruzzo preesistente; con questa tecnica si può procedere anche alla ristrutturazione di piste già realizzate.

Questo tipo di pavimentazione si adatta a tutte le situazioni, fornendo un'ottima integrazione col territorio aperto così come con l'ambiente urbano. Per la sua caratteristica superficie grezza è preferibile però utilizzarla non per lunghi tratti, ma in

Le nuove tecniche permettono di realizzare pavimentazioni in calcestruzzo particolarmente gradevoli all'aspetto. Esistono infatti dei prodotti che, miscelati al calcestruzzo, permettono di creare effetti cromatici e di levigatura superficiale di vario genere, ottenendo soluzioni che possono riprodurre sia l'effetto delle strade sterrate sia riproduzioni di pavimenti in pietra o lastre, che hanno il vantaggio di avere una durata

situazioni particolari quali l'attraversamento di piccoli centri storici oppure di parchi urbani. Nello schema di figura 10 si riporta un esempio di quest'ultima tipologia di realizzazione.

Un'altra soluzione si può ottenere con il calcestruzzo stampato, con il quale si realizzano soluzioni di particolare effetto scenico, in quanto si possono creare

molteplici fantasie di decoro che hanno il pregio di una resistenza all'usura ed agli agenti atmosferici molto elevata. Anche in questo caso il calcestruzzo viene additivato con fibre ed agenti indurenti; successivamente viene spolverato con distaccante che permette la stampa del massetto col disegno prescelto.



Figura 10 – Pavimentazione in calcestruzzo stampato con disattivatore

La pavimentazione in terra stabilizzata è una tipologia che negli ultimi anni ha avuto una rapida diffusione, sia per le caratteristiche estetiche che per la flessibilità esecutiva; può essere eseguita con diverse tecniche, a seconda che si voglia utilizzare materiale di cava o reimpiegare il materiale con cui sono composte le vecchie stradelle poderali.

La prima tecnica si adatta perfettamente nel caso si vogliano trasformare vecchie strade vicinali in piste ciclabili e prevede il recupero del materiale misto terroso-sassoso che, addizionato con leganti idraulici e prodotti chimici, assume una connotazione rigida e liscia che lo rende particolarmente adatto per le piste ciclabili. La lavorazione prevede una prima fase di scasso e frantumazione del materiale per lo spessore da trattare (circa 30 cm), spandimento e successiva miscelazione dello



Figura 11 – Pavimentazione in terra stabilizzata realizzata ex-novo

stesso, con l'aggiunta degli additivi e del legante, rullatura finale.

Questa tecnica può essere usata anche per la realizzazione di piste ex-novo (figura 11); in questo caso, dopo avere realizzato una fondazione in misto granulare di spessore adeguato (in genere 20 cm), si stende lo strato di finitura di 10

cm di spessore, costituito da materiale terroso tout-venant e dagli additivi chimici già miscelati, per poi eseguire la rullatura.

Un'altra tecnica realizzativa è la semipenetrazione che si ottiene stendendo una prima mano di emulsione e pietrisco, pezzatura 12÷18 mm e successiva rullatura; a seguire una seconda mano di emulsione e pietrisco, pezzatura 8÷12 mm e successiva rullatura come sopra; una terza mano di emulsione e di graniglia di saturazione, pezzatura 4÷8 mm e successiva rullatura come sopra; pulizia finale con moto spazzatrice per eliminare le graniglie mobili.



Un esempio di pavimentazione in semipenetrazione

Le emulsioni possono essere sia bituminose che di tipo cationico e, in entrambi i casi, il risultato che si ottiene coniuga una buona scorrevolezza con dei costi molto contenuti.

Le pavimentazioni in stabilizzato di cava offrono anch'esse un ottimo rapporto qualità/prezzo; infatti fino ad oggi sono probabilmente le più utilizzate per le piste ciclabili in ambiente extra-urbano.

Si realizza molto semplicemente preparando il solito cassonetto di fondazione su cui si stende uno strato di stabilizzato di cava di pezzatura 0/30 mm che verrà poi rullato e compattato al fine di rendere la superficie il più liscia possibile.

Questa tecnica presenta un lavoro finito abbastanza simile a quello della terra stabilizzata ma ha l'inconveniente di una durata nel tempo più bassa in quanto molto meno resistente agli agenti atmosferici; il fondo inoltre non garantisce una ottima scorrevolezza per la presenza in superficie dell'aggregato.

Questo inconveniente la rende meno adatta alle lunghe percorrenze e, considerando le molte nuove tecniche esposte in precedenza, in crescente disuso per le progettazioni

future. Nella foto sotto si può notare il risultato che si ottiene con questo tipo di fondo.



**Un tratto della Ciclopista dell'Arno a Firenze (Rovezzano)
con pavimentazione in misto stabilizzato di cava**

In appendice sono riportate tutta una serie di tabelle con l'indicazione di massima dei costi di esecuzione per ogni tipologia esaminata in questo capitolo.

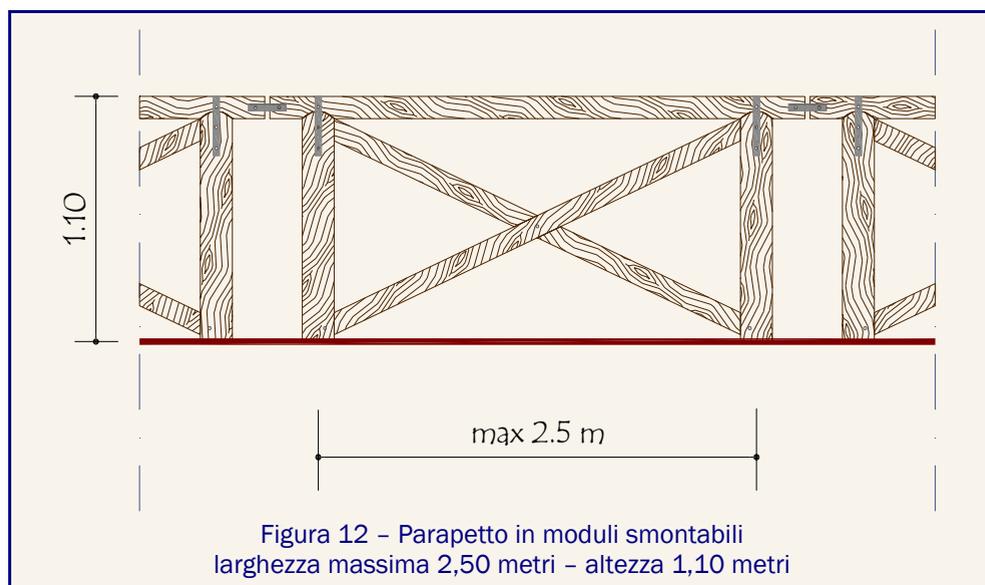
Accessori alle piste ciclabili

La pista ciclabile, così come ogni altra infrastruttura, necessita di accessori che ne rendano godibile ed agevole l'utilizzo e la percorrenza. Inoltre, per le sue caratteristiche di struttura con molteplici

finalità (viabilità ordinaria, cicloturismo, passeggio, ecc.), deve prevedere idonee attrezzature di riposo e ristoro da ubicarsi dove sia possibile ed utile. Vediamo alcuni degli accessori più frequenti nella realizzazione delle piste ciclabili:

Parapetto di sicurezza

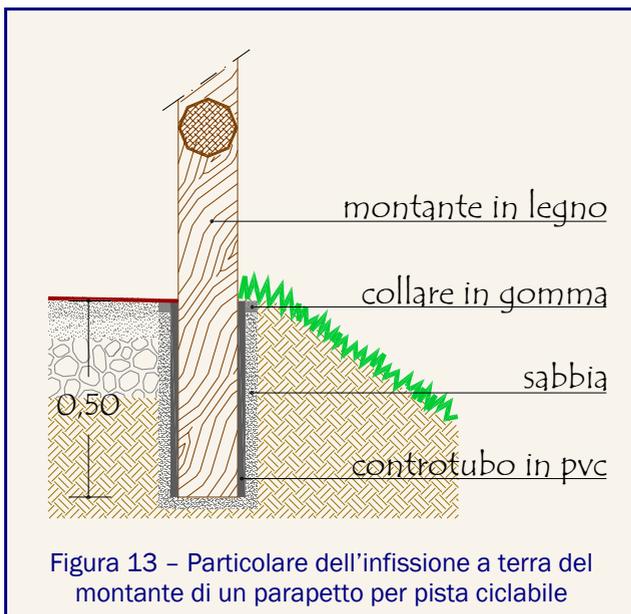
In situazioni di estremo pericolo e per brevissimi tratti è possibile installare, in sommità arginale o sul ciglio di sponda, un parapetto di sicurezza.



Queste situazioni devono essere riscontrabili solo per brevi tratti e non possono avere un carattere di continuità perché precluderebbero il transito ai mezzi che effettuano la manutenzione degli argini e delle sponde, che deve essere sempre garantita.

Una possibile soluzione è quella di un parapetto a moduli smontabili, tipo quello schematizzato nella figura 12, preferibilmente in legno, con lunghezza massima del singolo modulo di 2,50 metri ed altezza di m 1,10. I moduli saranno collegati tra loro con staffature di acciaio imbullonate.

I montanti andranno infissi nel terreno per una profondità di almeno 50 cm per garantire una adeguata stabilità del parapetto.



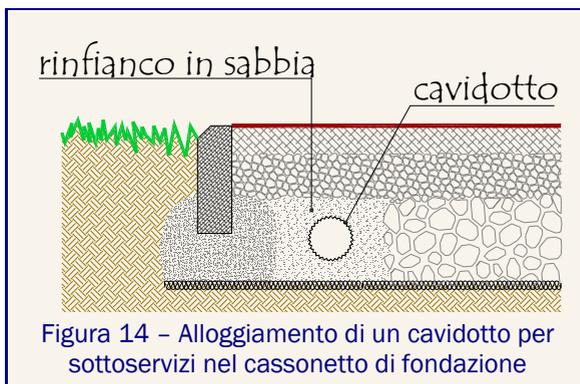
Nella figura 13 si ipotizza una soluzione progettuale che prevede l'infissione di un montante nel terreno utilizzando un controtubo in P.V.C. che ne permetta una facile estrazione in caso di necessità di servizio idraulico (è una soluzione da concordare con gli uffici regionali o provinciali preposti). Resta il fatto che un intervento del genere si configura come elemento di indebolimento del corpo arginale pertanto, come già

detto in precedenza, la sua realizzazione deve avvenire solo per brevi tratti e solo in situazioni di reale pericolo. Altrimenti, nelle situazioni in cui non costituisca intralcio al passaggio di mezzi di manutenzione di sponde ed argini fluviali, il parapetto può essere installato senza particolari accorgimenti e costituisce elemento di decoro e di netta separazione tra la pista ed altri ambienti; può essere utile, ad esempio, nel caso in cui una pista attraversi un giardino pubblico, per evitare il pericolo che i bambini, giocando nel parco, possano inavvertitamente invadere la pista ciclabile costituendo fonte di pericolo per loro stessi e per i ciclisti.

Sottoservizi

Una pista ciclabile, come ogni altra infrastruttura a rete, assolve anche allo scopo di passaggio dei sottoservizi; pertanto, molto spesso, si rende necessario l'inserimento di una polifora per il passaggio di cavi e tubazioni varie (figura 14).

Trattandosi di infrastruttura dedicata esclusivamente al traffico ciclabile e, nello specifico, che si sviluppa in ambiti fluviali o comunque in territorio aperto, è utile porre



l'attenzione soltanto alla realizzazione del cavidotto per la pubblica illuminazione. Per questo scopo è sufficiente alloggiare, all'interno del cassonetto di fondazione della pista ciclabile, un tubo corrugato o in polietilene all'interno del quale far passare il cavo elettrico. La posa del tubo si realizza contemporaneamente all'esecuzione del cassonetto, avendo cura di rinfiancarlo con sabbia per evitare possibili danneggiamenti.

Questa realizzazione è da evitare assolutamente nelle piste in sommità arginale. In questo caso è possibile realizzare l'illuminazione al piede dell'argine a campagna, avendo cura di mantenere il cavidotto ad una distanza di 4 metri dal rilevato, così come esemplificato in figura 15.

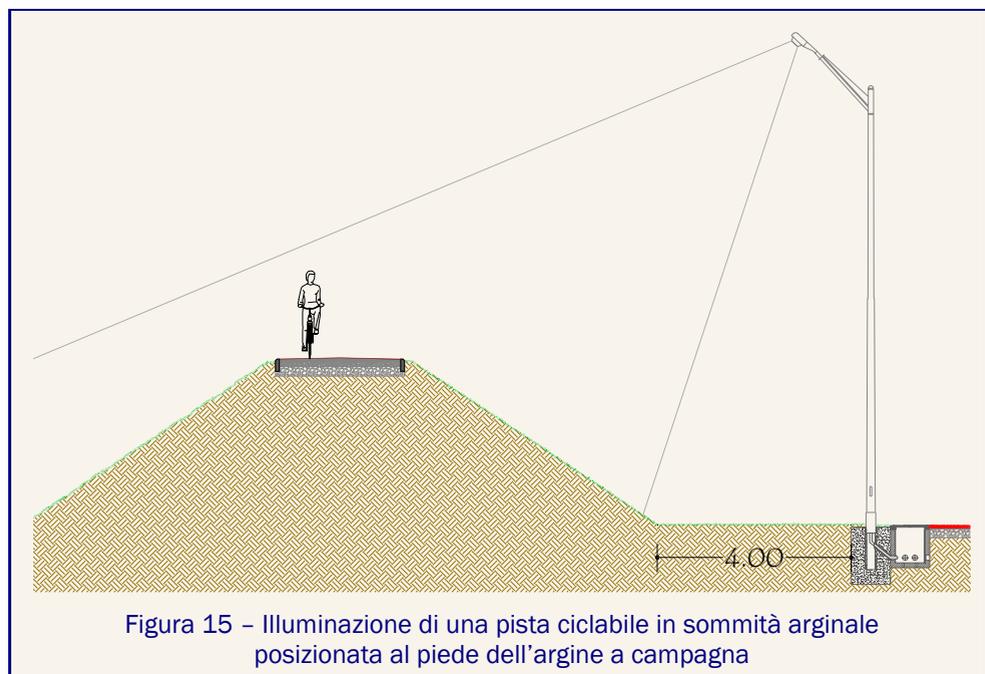
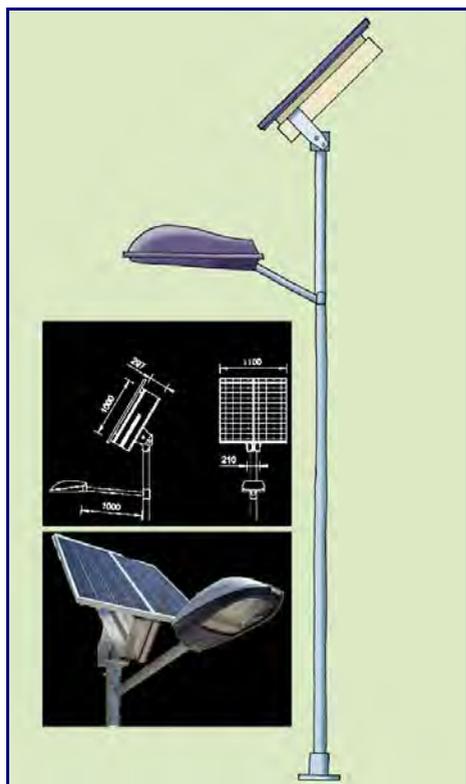


Figura 15 – Illuminazione di una pista ciclabile in sommità arginale posizionata al piede dell'argine a campagna

Illuminazione

L'illuminazione è un accessorio fondamentale per una pista ciclabile, soprattutto quando questa si sviluppa in territorio aperto. Come detto nel paragrafo precedente per l'installazione di un impianto illuminante lungo una pista ciclabile è necessario realizzare un cavidotto lungo tutto il percorso, al quale poi si allacciano i lampioni, da scegliere in base al contesto nel quale si sviluppa la pista.

Per la progettazione dell'impianto di illuminazione si fa riferimento alla norma UNI 11248 che classifica la pista ciclabile in categoria illuminotecnica S3. In merito al



Lampione alimentato da un pannello fotovoltaico

corpo illuminante, adesso si sta sviluppando rapidamente la tecnologia a led, che, soprattutto in queste applicazioni, garantisce un'ottima resa con un notevole risparmio di energia elettrica.

Bisogna tenere poi in considerazione il grande progresso che si sta registrando anche nell'utilizzo delle energie rinnovabili. Sono ormai molte le aziende che producono lampioni alimentati da pannelli solari che, oltre a garantire un risparmio energetico per la loro alimentazione, permettono anche di evitare l'inserimento del tubo per il passaggio dei cavi elettrici. Come detto in precedenza, il posizionamento dei pali per l'illuminazione deve sempre rispettare i dettami della normativa idraulica in fatto di distanze di sicurezza. Pertanto non è possibile installare lampioni in sommità arginale e, se installati al piede del rilevato arginale, devono rispettare la distanza minima di 4 metri dallo stesso.

Anche dal ciglio di sponda non arginata, la fascia di divieto assoluto è di 4 metri.

Asta idrometrica di sicurezza

Trattandosi di piste ciclabili in ambito fluviale il progetto non può prescindere dalla valutazione e segnalazione del potenziale rischio di piena del corso d'acqua. La gestione della sicurezza per gli utenti dovrà costituire parte integrante del progetto della pista stessa; nei casi in cui si renda necessario vanno adottati particolari dispositivi di allerta che permettano al ciclista di allontanarsi dalla pista con un ampio margine di sicurezza.

Le molteplici situazioni e le differenze nella tipologia dei corsi d'acqua, non permettono una standardizzazione del dispositivo; tuttavia, a titolo di esempio, si propone di collocare all'interno dell'alveo (in posizione ben visibile e il più possibile riparata dalla piena) un'asta idrometrica costituita da un tubolare di acciaio, di diametro indicativo da 10 a 20 cm, staffato in sponda e con la parte superiore colorata di rosso per segnalare il pericolo. Questo accompagnato da cartelli che invitano ad abbandonare la pista

quando il livello del corso d'acqua lambisce la zona rossa (figura 16).

La quota inferiore della zona rossa sarà determinata dal livello di piena con tempo di ritorno $T_r = 1$ anno, meno un franco di sicurezza (nel caso in esempio pari a 30 cm.).

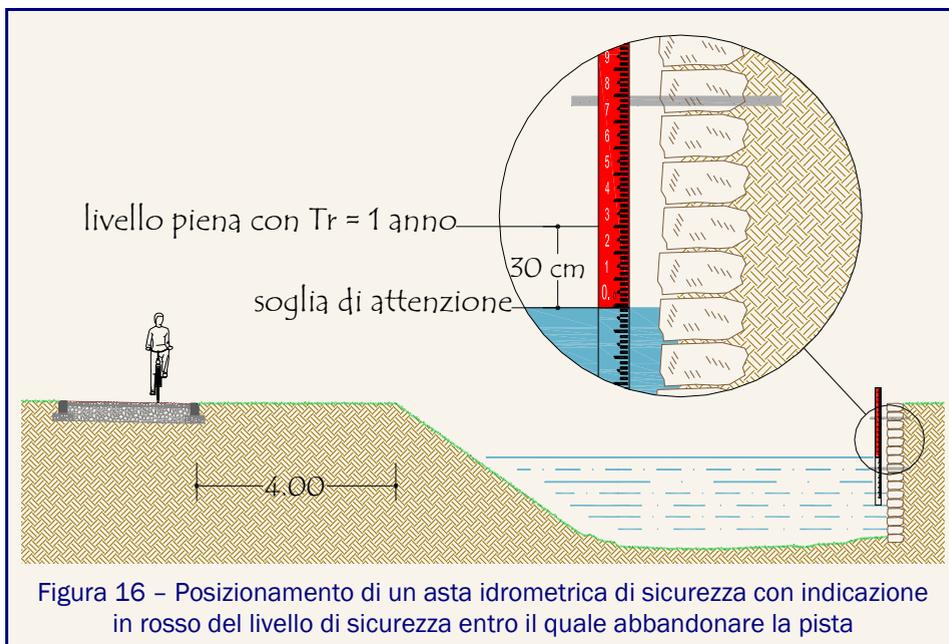


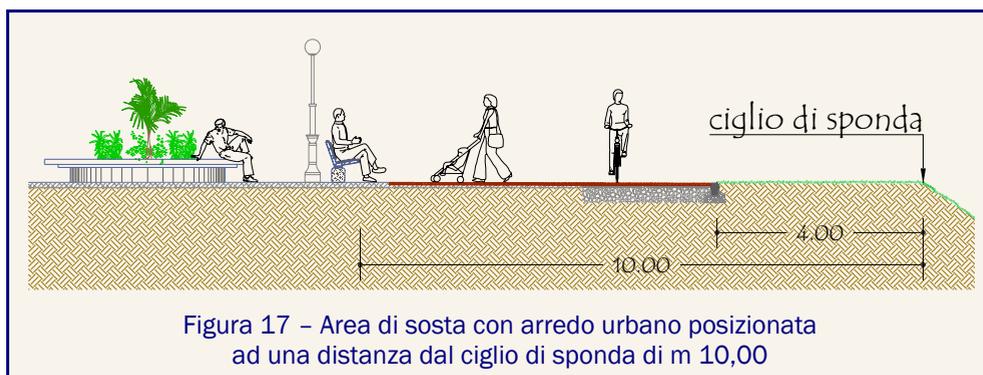
Figura 16 – Posizionamento di un'asta idrometrica di sicurezza con indicazione in rosso del livello di sicurezza entro il quale abbandonare la pista

Panchine e punti di sosta

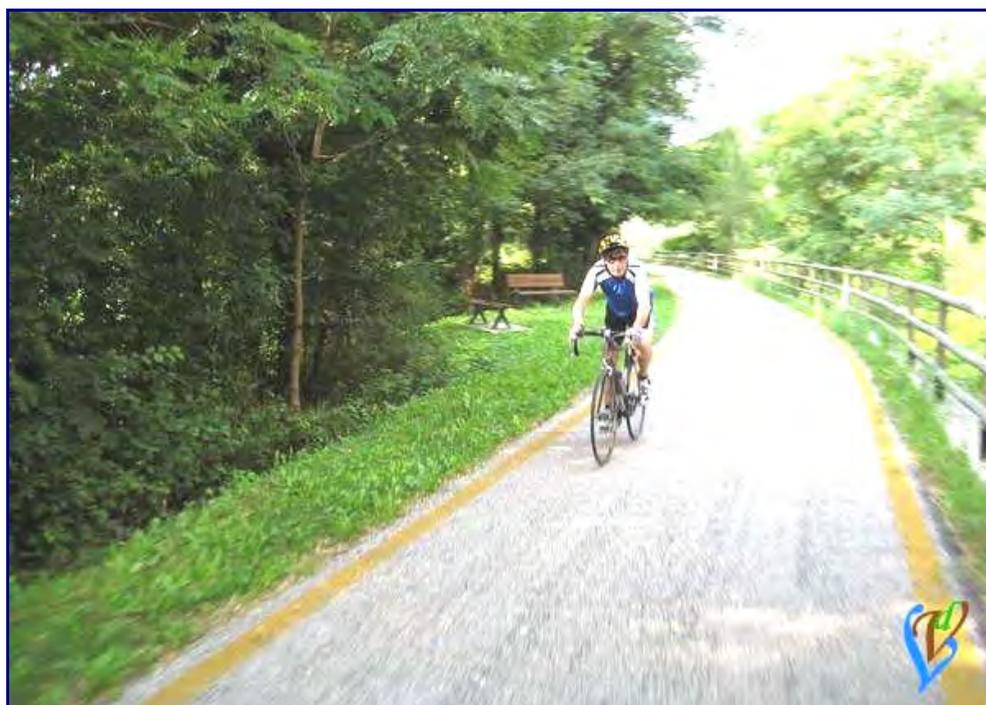
Una pista ciclabile, per essere confortevole e fruibile, deve essere dotata di tutti quegli arredi che possano permettere la sosta, la conoscenza del territorio, il mantenimento del decoro ed il rispetto dell'ambiente.

Si tratta pertanto, nella progettazione di una pista ciclabile che si sviluppa in ambito fluviale (ma anche in qualsiasi altro contesto), di prevedere zone di sosta ad intervalli regolari corredate di: panchine, cestini dei rifiuti, pannelli informativi, fontanelle di acqua potabile, percorsi vita, e tutto ciò che ne migliori l'utilizzo e ne aumenti la gradevolezza da parte del ciclo turista che la percorre.

Come già ricordato, in fregio ai corsi d'acqua, devono essere mantenute le distanze di rispetto dagli argini e dalle sponde che sono "di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi" (R.D. 523/1904). Pertanto, anche gli arredi urbani dovranno essere posizionati tenendo conto della relativa fascia di rispetto. Ovviamente, qualsiasi installazione di questo genere non può essere posizionata né in sommità arginale né all'interno delle aree golenali.



Nello schema di figura 17 si esemplifica la corretta distanza degli elementi di arredo dal ciglio di sponda. Resta da evidenziare che quando si scelgono gli arredi per una pista ciclabile è preferibile orientarsi verso tipologie semplici, dal disegno lineare e che non necessitano di manutenzioni ricorrenti. In appendice si riportano alcuni esempi con relativo costo.



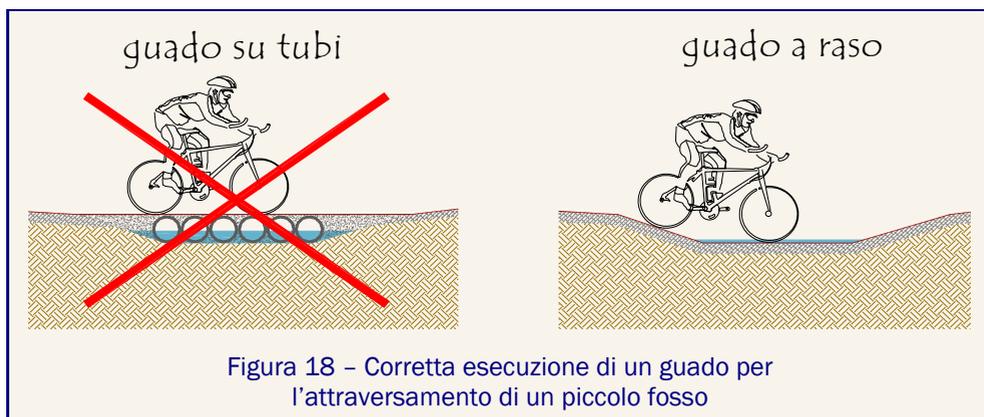
Panchine lungo una pista ciclabile

Attraversamento dei corsi d'acqua

Nei casi, piuttosto frequenti, in cui sia necessario attraversare il fiume per far passare la pista ciclabile da una sponda all'altra, l'attraversamento può essere realizzato in due modi diversi, in base anche

alla larghezza del corso d'acqua: guado o passerella.

Il guado è una soluzione praticabile quando si devono attraversare piccoli fossi che si presentano per larga parte dell'anno in condizioni di siccità, o scarsissima portata d'acqua. L'esecuzione del guado, come riportato nello schema di figura 18, deve essere "a raso", non si devono cioè realizzare strutture rialzate rispetto al fondo d'alveo, con tubi o scatolari, in quanto soggetti a facile intasamento e costituenti intralcio al libero deflusso delle acque.



Le rampe di discesa e risalita per il raccordo della pista ciclabile con il guado di un fiume non devono avere una pendenza superiore al 10%.

Molto più ricorrenti, nella progettazione delle piste ciclabili, sono le passerelle che si rendono necessarie per l'attraversamento di torrenti e fossi che, naturalmente, si incontrano nello sviluppo lineare di una pista ciclabile lungo un fiume: basti pensare a tutti i piccoli affluenti che si riversano nel corso d'acqua principale.

Le passerelle possono essere realizzate nei più svariati modi. Possono essere concepite nella maniera più semplice ed economica oppure rappresentare l'occasione per progettazioni architettoniche di rilievo che diano una connotazione di pregio estetico o naturalistico alla pista ciclabile. In tal caso sarà conveniente caratterizzare l'infrastruttura con un simbolo che la renda riconoscibile anche fuori dai confini di un uso strettamente locale, per favorire lo sviluppo di un ciclo-turismo mirato.

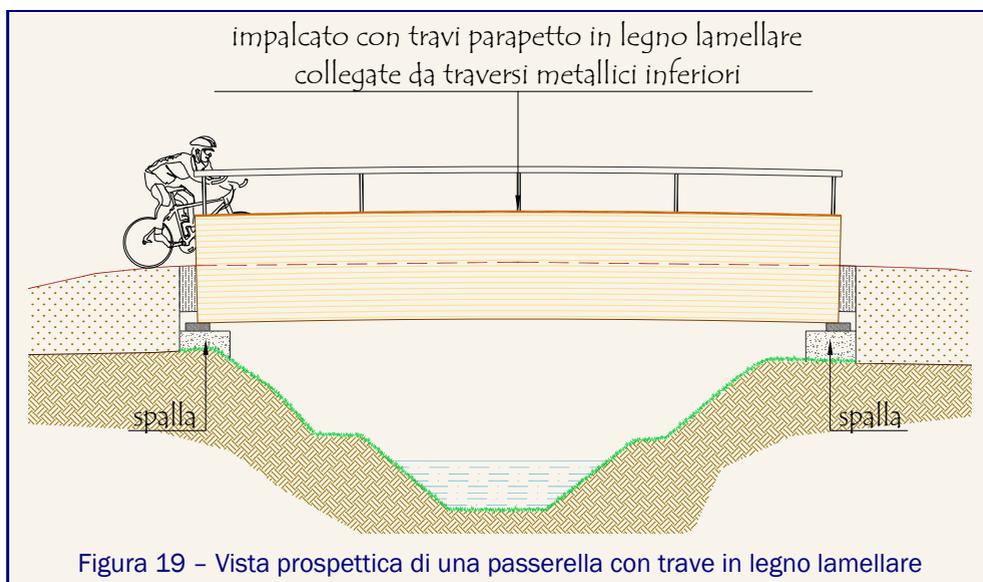
In questo paragrafo ci limiteremo a descriverne alcune tra le più semplici e ricorrenti. Sono tipologie utilizzabili nell'ottica di un contenimento dei costi entro limiti accettabili

e di una facile fase progettuale ed esecutiva (in appendice si riporta l'analisi dei costi per questo tipo di realizzazioni).

La progettazione di una passerella deve seguire le norme tecniche contenute nel *D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008* e seguente *Circolare 2 febbraio 2009 n. 617* esplicativa. Le varie tipologie che andremo ad illustrare sono state individuate in base alla luce da coprire che potremmo dividere in tre principali categorie:

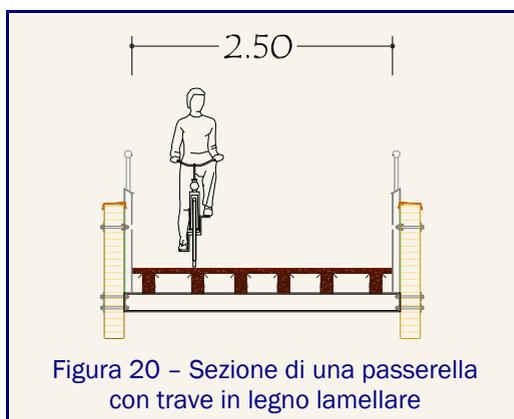
- luci piccole - fino a 15 metri
- luci medie - dai 15 ai 50 metri
- luci grandi - oltre i 50 metri

Le passerelle in legno rappresentano la soluzione economicamente più conveniente per le luci piccole. La tipologia più comune è quella bitrave in legno lamellare con travi



parapetto ed impalcato costituito da traversi metallici inferiori che supportano le strutture del piano di calpestio, solitamente realizzate in legno; nella figura 19 si può vedere la vista prospettica di questo tipo di passerella.

Nella figura 20 è invece riportata la sezione in mezzzeria di una passerella con doppia trave in legno lamellare. Questa tipologia ha caratteristiche



esecutive estremamente semplici che la rendono senz'altro preferibile sulle luci fino a 15 metri, come evidenziato anche nella stima dei costi parametrici per le passerelle, che si riporta in appendice.

Le passerelle in acciaio-calcestruzzo sono un'altra tipologia che ben si adatta alle piccole luci ma, a differenza di quelle in legno, si fanno preferire a quest'ultime per luci medie in quanto presentano un rapporto tra il costo e la prestazione molto più vantaggioso.

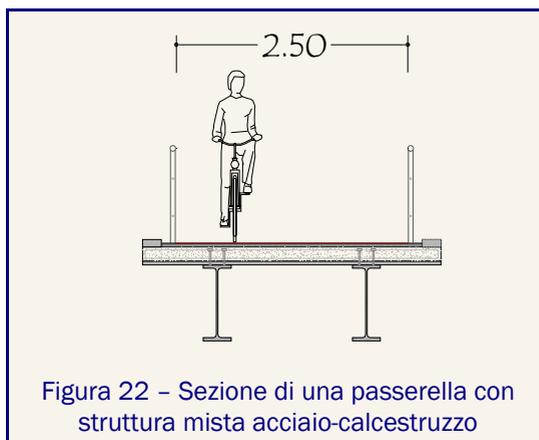
Questa tipologia si realizza con una struttura portante in acciaio e sovrastante impalcato in calcestruzzo nella figura 21 si può vedere la vista in prospettiva di tale soluzione.



Nella figura 22 è raffigurata la sezione nella quale si può notare che lo schema preso in esame prevede il posizionamento di una doppia trave in acciaio con impalcato in cls collaborante collocato all'estradosso.

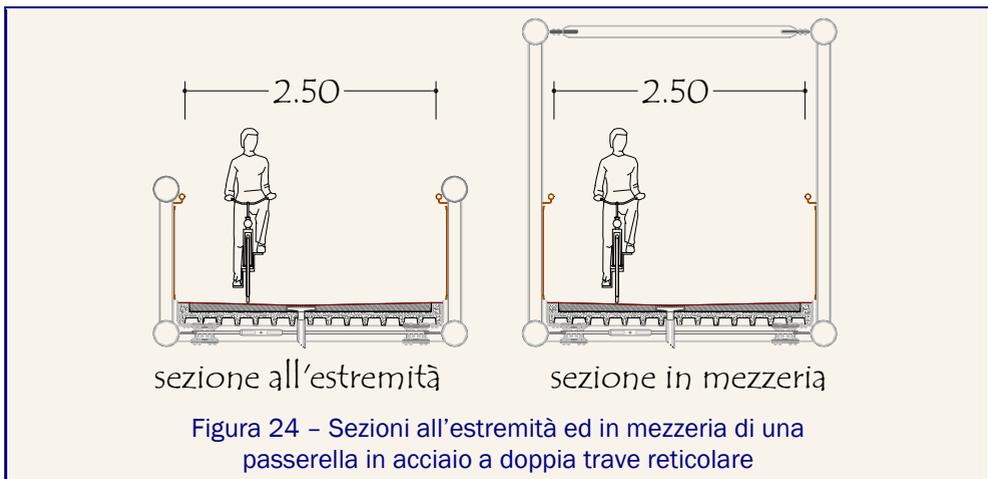
Anche questa tipologia è di facile esecuzione ed è adatta sia per le luci piccole che per quelle medie.

Resta inteso che la scelta della tipologia più adatta non può prescindere dal contesto nel quale si va a collocare l'opera.



Le passerelle in acciaio rappresentano la soluzione strutturalmente più efficiente per l'attraversamento di luci medie e grandi, ma niente vieta che siano scelte anche per le luci piccole. Le soluzioni progettuali sono molteplici; in questo paragrafo ne abbiamo prese in esame di due tipi:

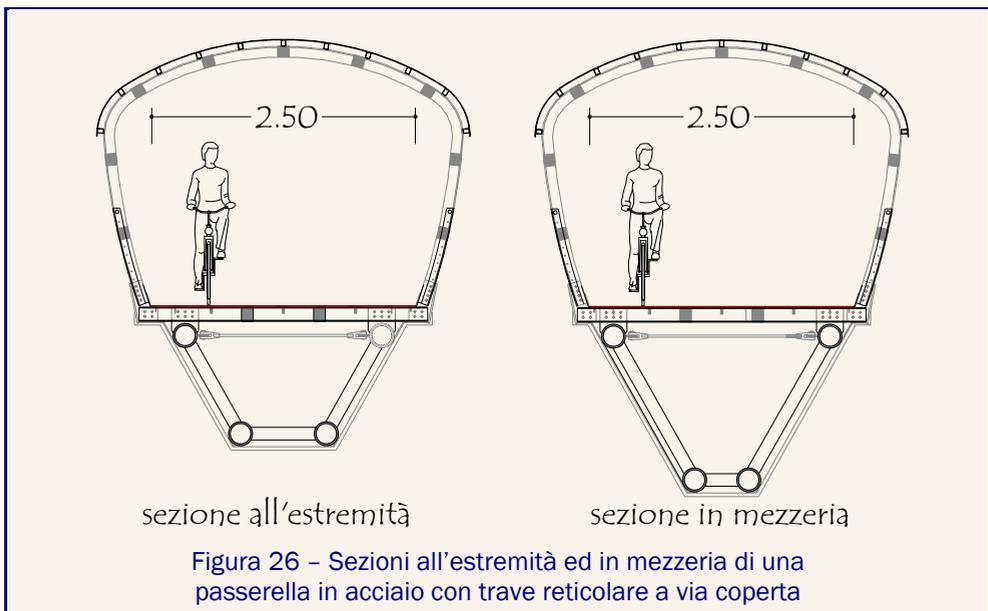
- la prima tipologia prevede una doppia trave reticolare con andamento lenticolare, con sezione d'impalcato aperta nelle zone d'estremità e chiusa con controvento superiore nella zona centrale; nelle figure 23 e 24 si possono vedere una vista prospettica e le sezioni di questo tipo di passerella.



Questa tipologia, che colloca il piano della pista "all'interno" dell'altezza delle travi reticolari, permette di limitare l'altezza complessiva della struttura, a vantaggio di

possibili vincoli e/o restrizioni che si possono incontrare in fase progettuale; questo particolare è di non trascurabile importanza quando si tratta di attraversare corsi d'acqua che impongono di lasciare un franco normale minimo di 1,50÷2,00 metri tra l'intradosso della struttura ed il livello di piena calcolato sul tempo di ritorno duecentennale, così come disposto nelle suddette norme tecniche;

- la seconda tipologia esaminata (rappresentata nelle figure 25 e 26) è quella di una passerella con via coperta e con piano di calpestio posizionato superiormente alle



strutture d'impalcato. La struttura è formata da due travi reticolari di forma lenticolare poste in piani inclinati rispetto al piano verticale.

In appendice si riporta un'analisi dei costi parametrici per ogni tipologia elencata, con grafici riassuntivi che aiutano a scegliere la tipologia migliore. Infatti, questi esempi, vogliono essere semplicemente un aiuto nella progettazione di una pista ciclabile, fornendo i costi sommari da affrontare per realizzare l'intervento e non hanno nessuna pretesa di imporre una tipologia strutturale piuttosto che un'altra, scelta che deve sempre essere effettuata in considerazione del contesto e delle peculiarità del progetto.



Un esempio di passerella in legno lamellare

Segnaletica

Fondamentale risulta l'apposizione della segnaletica sia orizzontale sia verticale prevista dal vigente Codice della Strada, installata in posizioni di buona visibilità senza che essa costituisca pericolo per gli

utenti.

Ad ogni inizio e fine del percorso ciclabile si devono installare i segnali verticali di identificazione della pista (figura 27), così come deve esserci, se la pavimentazione lo consente, la segnaletica orizzontale costituita da linee di demarcazione e simboli.



Invece, agli incroci con la viabilità ordinaria, di fianco alle strisce pedonali, si devono segnalare con quadrotti bianchi, gli attraversamenti ciclabili.

Attualmente non esiste una vera e propria segnaletica da apporre sui percorsi ciclabili, che indichi destinazioni, distanze e altri itinerari ciclabili; pertanto, nella progettazione, si deve fare riferimento, per dimensioni e colori, al Codice della Strada, ed al regolamento di attuazione (D.P.R. 495/92). Per esemplificare gli usi e le applicazioni si possono suddividere i cartelli stradali in tre tipologie, per ognuna delle quali si riportano alcuni esempi, opportunamente rielaborati per adattarli alle piste ciclabili (cfr. "Proposta di segnaletica per itinerari ciclabili" elaborata dalla FIAB).



Segnaletica orizzontale di delimitazione e di attraversamento di una pista ciclabile

- **segnaletica in ambito urbano per destinazioni urbane**, da collocare su viabilità riservata con indicazioni di direzione (figura 20) e su viabilità ordinaria per avviamento ad itinerari ciclo-pedonali urbani (figura 21), da realizzare con cartelli di colore bianco (art. 78 D.P.R. 495/92);



Figura 20

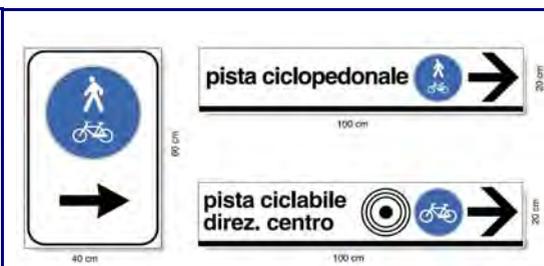


Figura 21

- **segnaletica in ambito urbano per destinazioni extraurbane**, da collocare su viabilità riservata per il raggiungimento di una località (figura 22), oppure su viabilità ordinaria, sia per l'avviamento ad un itinerario (figura 23 e 25) che per raggiungere una località (figura 24), realizzabile con cartelli di tipo turistico di colore marrone (art. 78 D.P.R. 495/92);



Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25

- **segnaletica in ambito extraurbano**, per ogni destinazione, da collocare su viabilità riservata, per raggiungere una località (figura 26 e 27), oppure su viabilità ordinaria, sia per raggiungere una viabilità riservata che per raggiungere una località (figura 28 e 29), realizzabile con cartelli di tipo turistico di colore marrone (art. 78 D.P.R. 495/92);



Figura 26



Figura 27



Figura 28



Figura 29

- **pannelli informativi**, da collocare nei luoghi di sosta, che devono contenere informazioni di carattere generale, come ad esempio la localizzazione della ciclopista in rapporto al territorio, i richiami alle emergenze storiche, artistiche, culturali, ambientali, ecc., l'indicazione delle attrezzature presenti lungo il percorso, la segnalazione delle località e dei comuni attraversati con relative distanze nonché l'ubicazione delle stazioni di interscambio e dei punti di informazione turistica.

In figura 30 si riporta un esempio, al solo scopo dimostrativo, di un pannello informativo per i punti di sosta; è inevitabile che, trattandosi non di veri e propri segnali stradali ma di tabelloni informativi, ogni progetto avrà un suo specifico schema; l'importante è che venga mantenuta una chiarezza ed una semplicità di lettura del cartello, evitando di infarcirlo di indicazioni superflue che ne renderebbero difficile la

lettura, e che sia ben visibile l'ente preposto al controllo ed alla manutenzione, con recapiti per segnalazioni su eventuali interventi di manutenzione. Sarà anche buona cura scrivere le informazioni in doppia lingua (italiano/inglese).



Ciclopista dell'Arno





CENNI STORICI

Firenze (già Florentia e Fiorenza) è una città del centro-nord italiano con 366.488 abitanti (se si aggiungono gli oltre 200.000 residenti del comprensorio extra-urbano, la popolazione sale a oltre 550.000 abitanti; comprendendo poi anche la parte urbanizzata senza soluzione di continuità che la connette alla città di Prato, (fino al compresa nella propria provincia) la conurbazione sale a circa 1.000.000 di abitanti), capoluogo della regione , della quale è la città più grande e popolosa, nonché il principale fulcro storico, artistico ed economico-amministrativo. Attraversata dal fiume Arno (che straripò nel 1966, causando ingenti danni e la morte di 36 persone), Capitale d'Italia per un breve periodo (1865-71) e a lungo sotto il dominio della famiglia dei Medici, Firenze è stata nell' Europa medievale un importante centro culturale, commerciale e finanziario.

È considerata il luogo d'origine del Rinascimento ed è riconosciuta in tutto il mondo come una delle culla dell' arte e dell'architettura, con i suoi numerosi edifici storici, monumenti, e ricchi musei (tra cui la galleria degli Uffizi, la galleria Palatina, il Bargello e Palazzo Pitti i musei), è enomata come una delle più belle ed importanti città del mondo.



Esempio dimostrativo di un pannello informativo

piste ciclabili in ambito fluviale

44

Manutenzione

Un aspetto di fondamentale importanza nella progettazione di una pista ciclabile, in qualsiasi ambito o contesto la si collochi, riguarda la sua manutenzione. Così come ogni altra infrastruttura necessita di un

piano di manutenzione da redigersi in fase di progetto.

Trattandosi però di una infrastruttura che può ricadere sotto la competenza di enti diversi, a seconda della sua ubicazione, ecco che diventa assolutamente necessario un programma di manutenzione che assegni in maniera inequivocabile le competenze, e l'ente preposto dovrebbe a sua volta stabilire un piano annuale, con relativo stanziamento di finanziamenti da dedicare allo scopo.



Il mantenimento di una pista ciclabile è fondamentale per incentivarne l'utilizzo



Appendice

Esempi di tipologie e costi

Le tabelle di seguito forniscono un'indicazione sommaria dei costi per la realizzazione di una pista ciclabile costituita da fondazione, massicciata e strato di finitura; in più si forniscono i costi per eventuali accessori: cordonato ai due lati della pista, cavidotto per alloggiamento dei sottoservizi e lampioni.

Per una più immediata consultazione **i costi sono riportati a metro lineare considerando una pista ciclabile di larghezza standard (metri 2,50)**. I prezzi, ove possibile, sono desunti dal Prezzario dei LL.PP. della Regione Toscana.

Le tabelle sono suddivise nelle varie fasi realizzative; nella tabella 1 si riportano i costi relativi alla preparazione del corpo stradale.

TAB. 1 - Preparazione del fondo

	Descrizione	Costo a metro lineare
1	Scavo a larga sezione obbligata eseguito con mezzi meccanici, con accatastamento nell'ambito di cantiere, in terreni di qualsiasi natura e di media consistenza, per una profondità di circa cm 40	4,50
2	Geotessile N.T. con teli di peso 0,200 kg/mq	6,50
3	Fondazione stradale realizzata con materiale arido di cava pezzatura 40/60 mm, compreso rullatura e compattazione, per uno spessore di cm 20	18,00
4	Massicciata stradale realizzata con stabilizzato di cava pezzatura 0/30 mm, compreso rullatura, per uno spessore di cm 10	11,00
	Totale	€ 40,00
<p>Il diagramma illustra la sezione trasversale della preparazione del fondo stradale. A sinistra, il terreno naturale è ricoperto di erba. Sotto il terreno, è presente uno strato di geotessile. Al di sopra del geotessile, si trova lo strato di massicciata, con uno spessore indicato di 0,10 m. Al di sopra della massicciata, si trova lo strato di fondazione, con uno spessore indicato di 0,20 m.</p>		<p>SEZIONE 1</p> <p>Preparazione del fondo eseguita in terreno pianeggiante ed in condizioni di ordinaria difficoltà</p>

La tabella 2 riporta invece le varie tipologie di pavimentazione, così come già descritte nel paragrafo dedicato; per maggior comprensione ad ogni tipologia viene assegnata una lettera per distinguerla dalle altre.

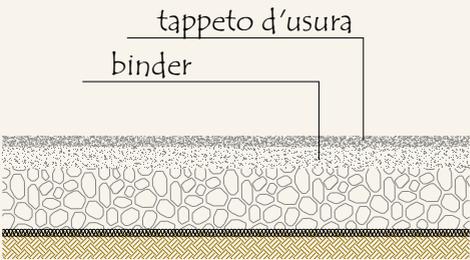
TAB. 2/a – Pavimentazione stradale in masselli autobloccanti in calcestruzzo

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione in masselli in cls colore a scelta, compreso strato uniforme di sabbia di alloggiamento, intasamento giunti e compattazione	65,00
	Totale	€ 105,00

	 <p>massetti in cls letto di sabbia</p> <p>Foto e sezione schematica</p>
---	--

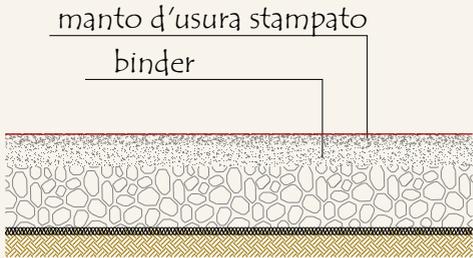
TAB. 2/b – Pavimentazione stradale in asfalto drenante

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso, steso con vibro finitrice, previa mano d'attacco, compreso rullatura, spessore 4 cm	28,00
6	Tappeto d'usura in conglomerato bituminoso drenante con aggregato a curva granulometrica discontinua 0-16 mm, spessore 3 cm	27,00
	Totale	€ 95,00

	 <p>tappeto d'usura binder</p> <p>Foto e sezione schematica</p>
---	---

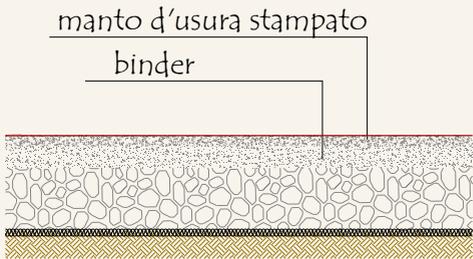
TAB. 2/c – Pavimentazione stradale in asfalto resinato tipo “Resuper”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso, steso con vibro finitrice, previa mano d'attacco, compreso rullatura, spessore 4 cm	28,00
6	Tappeto d'usura in conglomerato bituminoso colorato con resine acriliche miste a filler selezionati e pigmenti concentrati, spessore 3 cm	47,00
	Totale	€ 115,00

	 <p>Foto e sezione schematica</p>
---	---

TAB. 2/d – Pavimentazione stradale in asfalto stampato tipo “streetprint”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso, steso con vibro finitrice, previa mano d'attacco, compreso rullatura, spessore 4 cm	28,00
6	Tappeto d'usura in conglomerato bituminoso a bassa penetrazione, steso con vibro finitrice, con aggregato di granulometria 0,4/0,6, spessore 3 cm	15,00
7	Stampa del manto d'usura con matrice motivo mattoncino e resinatura con 2 mani di copertura	75,00
	Totale	€ 158,00

	 <p>Foto e sezione schematica</p>
---	---

TAB. 2/e – Pavimentazione stradale in calcestruzzo tipo “Levocell”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione in calcestruzzo, compreso getto, staggiatura e lisciatura, applicazione di uno strato uniforme di disattivatore e successivo lavaggio per riprodurre l'effetto sasso lavato, spessore cm 8	100,00
	Totale	€ 140,00



massetto in cls trattato

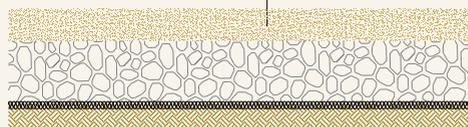


Foto e sezione schematica

TAB. 2/f – Pavimentazione stradale in terra stabilizzata tipo “Diogen”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione in misti di cava e affini trattate con stabilizzatore ionico polivalente ad effetto consolidante irreversibile, spessore 8 cm	70,00
	Totale	€ 110,00



massetto in terra stabilizzata

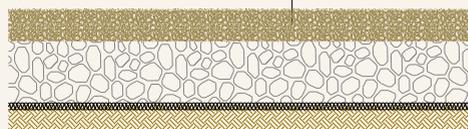


Foto e sezione schematica

TAB. 2/g – Pavimentazione stradale in terra stabilizzata tipo “Biostrasse”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione in conglomerato ecologico composto da una miscela di inerti di cava silicei o calcarei, o dolomitici, o basaltici o granitici, cemento R32,5 in quantità pari al 5% della miscela e additivo, steso in opera su piano già preparato mediante vibro finitrice, spessore 6-7 cm	60,00
	Totale	€ 100,00



massetto in terra stabilizzata

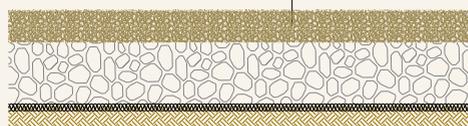


Foto e sezione schematica

TAB. 2/h – Pavimentazione stradale con tappeto tipo “Rasocrete”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione costituita da geogriglia (spessore 10 mm) e da prodotto non bituminoso spatolabile a freddo, a base di polimeri ed inerti quarziferi o pietre naturali, taglia fiamme e a rapido indurimento, spessore 13 mm	110,00
	Totale	€ 150,00



strato di inerti
geogriglia



Foto e sezione schematica

TAB. 2/i – Pavimentazione stradale in semipenetrazione bituminosa tipo “Ecoval”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione realizzata con triplo strato di inerti di pezzatura decrescente trattati con emulsione bituminosa composta al 69% di bitume modificato con polimeri s.b.s., compreso rullatura per ogni strato e pulizia finale con moto-spazzatrice	32,00
	Totale	€ 62,00



massetto in semipenetrazione

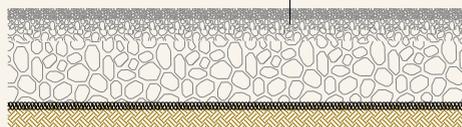


Foto e sezione schematica

TAB. 2/j – Pavimentazione stradale in semipenetrazione tipo “Emulcolorbit”

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione realizzata con triplo strato di inerti di pezzatura decrescente trattati con emulsione cationica modificata, trasparente, compreso rullatura per ogni strato e pulizia finale con moto-spazzatrice	35,00
	Totale	€ 75,00



massetto in semipenetrazione

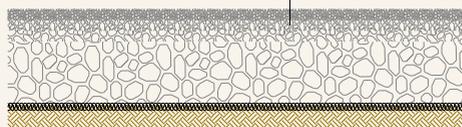


Foto e sezione schematica

TAB. 2/k – Pavimentazione stradale in stabilizzato di cava

	Descrizione	Costo a metro lineare
1-4	vedi tabella 1	40,00
5	Pavimentazione naturale in stabilizzato di cava pezzatura 2/5 mm compreso stesa del materiale e cilindratura eseguita con abbondanti annaffiature con ugelli a getto fine, spessore cm 3	50,00
	Totale	€ 90,00



massetto terra stabilizzata

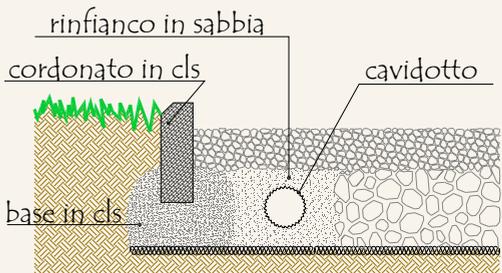


Foto e sezione schematica

Le successive tabelle riportano i costi aggiuntivi a quelli strettamente necessari, per accessori alla pista ciclabile; in tabella 3 sono indicati i costi per il cordonato su entrambi i lati della pista e per la posa del tubo per l'alloggiamento di sottoservizi.

TAB. 3 – Realizzazione di cordonato e cavidotto per illuminazione

	Descrizione	Costo a metro lineare
1	Cordonato in cls vibrocompresso murato su base di malta cementizia, compresa stuccatura dei giunti	27,00
2	Tubazione in PEHD corrugato diametro mm 125 compreso letto di posa e rinfianco in sabbia, per alloggiamento sottoservizi; escluso lo scavo ed il rinterro	8,00
	Totale	€ 35,00



SEZIONE 2

Realizzazione di cordonato su entrambi i lati della pista e del cavidotto per illuminazione

I prezzi non comprendono i costi di scavo in quanto si presume che i lavori vengano eseguiti in concomitanza con la realizzazione dell'intera pista.

Nella tabella 4 si riporta invece il costo per l'illuminazione della pista ciclabile, prendendo in considerazione la tipologia più semplice con pozzetto di derivazione e lampione conico in lamiera zincata; il costo è riferito ad ogni singola installazione ma, ad ogni buon conto e per una stima rapida, si riporta anche l'incidenza del costo al metro lineare calcolato come percentuale sul costo totale considerando di posizionare un lampione ogni 30 metri circa.

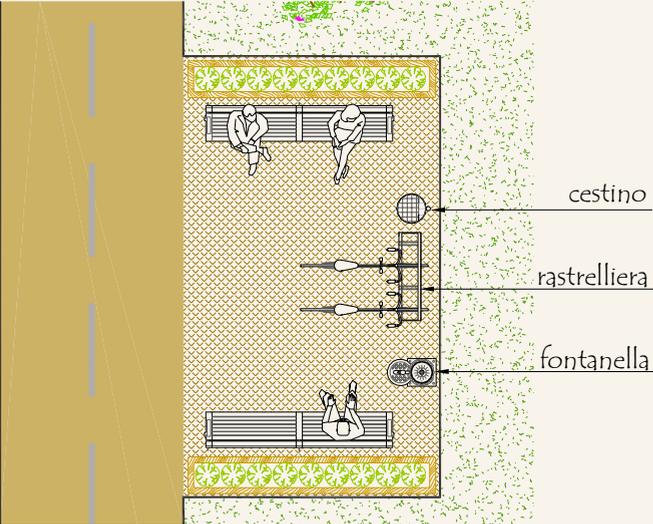
TAB. 4 - Illuminazione

	Descrizione	Costo cadauno
1	Pozzetto prefabbricato in cls compreso letto di posa e rinfianchi in cls, dimensioni esterne cm 30x30, escluso scavo	48,00
2	Palo conico dritto in lamiera saldata completo di accessori per collegamento al pozzetto, compreso predisposizione della fondazione in cls. Sono esclusi i costi degli allacci elettrici e dei relativi materiali (quadri elettrici, contatori, cavi, corpi illuminanti, ecc.)	122,00
	Totale	€ 170,00
	Incidenza percentuale a metro lineare	€ 5,67
 <p style="text-align: center;">SEZIONE 3</p> <p>Predisposizione di pozzetti e pali per illuminazione posti ad una distanza di circa 30 metri uno dall'altro</p>		

La tabella 5 riporta invece i costi per l'arredo urbano (panchine, cestini dei rifiuti, ecc.) da posizionare nelle piazzole di sosta; anche in questo caso, come per l'illuminazione, il costo è riferito ad ogni singola installazione, riportando anche l'incidenza di costo al metro lineare, considerando di posizionare una piazzola di sosta ogni 200 metri e dotare ognuna di esse di due panchine, un cestino portarifiuti ed una rastrelliera portabiciclette; i prezzi fanno riferimento alle tipologie di arredo più semplici ed hanno

il solo scopo di fornire al progettista un utile termine di paragone tra le scelte progettuali che di volta in volta vengono effettuate.

TAB. 5 – Arredo urbano nelle piazzole di sosta

	Descrizione	Costo cadauno
1	 Panchina con struttura in acciaio, seduta e schienale in listoni di legno di pino Costo per due panchine	940,00
2	 Cestino per rifiuti	210,00
3	 Rastrelliera porta biciclette	130,00
Totale		€ 1280,00
Incidenza percentuale a metro lineare		€ 6,40
		Planimetria schematica di una piazzola di sosta con arredi

Si precisa che i costi riportati nelle tabelle fanno riferimento ai prezzi di capitolato desunti dalle varie ditte operanti nel settore ed hanno carattere puramente indicativo in quanto non tengono conto degli sconti e dei ribassi applicabili; ovviamente il prezzo può anche variare in base alla località, alla lunghezza del percorso ed alla gestione del cantiere ed è, naturalmente, destinato ad un rapido invecchiamento nel tempo.

Abbiamo comunque voluto inserire tali indicazioni perché, anche tra qualche anno, rimarrà comunque valido il confronto tra i costi delle diverse tipologie esecutive che si andranno a scegliere.

Quello che ci sembra importante rimarcare in questa sede è la raccomandazione ad utilizzare tecniche con tappeti stradali che garantiscano buona scorrevolezza e durata nel tempo.

Analisi dei costi parametrici per le passerelle ciclopedonali

In questo paragrafo vengono illustrati i risultati derivati dalla stima dei costi di realizzazione di passerelle ciclopedonali per lo scavalco di alvei fluviali o di altre infrastrutture. Il costo medio di realizzazione delle passerelle è stato determinato su semplici calcoli di predimensionamento delle strutture allo scopo di computare le quantità di materiale necessario.

Sono state prese in considerazione alcune tipologie standard che rappresentano, soprattutto per luci medio piccole, le soluzioni economicamente più vantaggiose.

Lo studio è condotto determinando i costi necessari per la realizzazione delle strutture di impalcato e delle sottostrutture di fondazione, assumendo alla base del calcolo alcune ipotesi semplificative:

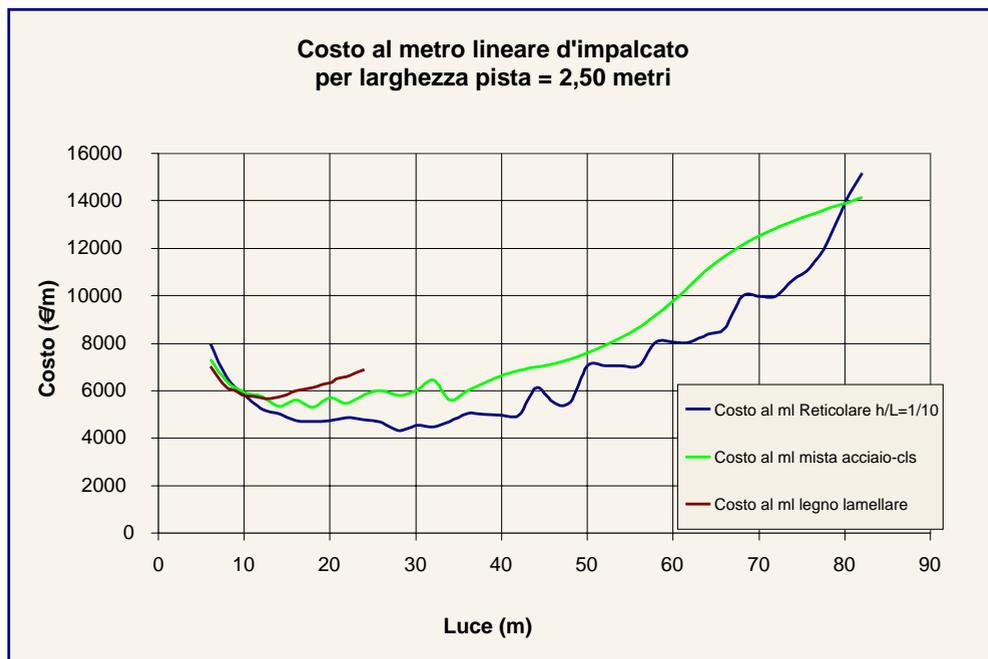
1. le sottostrutture sono realizzate mediante fondazioni superficiali su terreni che presentano una capacità portante di circa 1 kg/cmq;
2. lo schema statico di impalcato previsto è quello di trave in semplice appoggio, anche in ragione dell'intervallo di luci prese in considerazione per il presente studio;
3. le tipologie strutturali scelte sono quelle di trave reticolare (con rapporto $h_{trave}/L=1/10$), quello di impalcato bitrave funzionante in sistema misto acciaio-cls, e quello di doppia trave-parapetto in legno lamellare;
4. i costi dei materiali e delle lavorazioni sono determinati sulla base di prezzi standard di riferimento;
5. i costi comprendono anche le sottostrutture dimensionate secondo i criteri sopra esposti.

Sulla base delle suddette ipotesi si è proceduto al dimensionamento di massima delle strutture che è stato poi confrontato con casi reali dai quali si è trovato un sostanziale riscontro delle determinazioni fatte; anche l'analisi dei costi è stata raffrontata con passerelle effettivamente realizzate ottenendo in questo caso un valore medio del costo per unità di superficie di impalcato di circa 2300 €/mq che sostanzialmente conferma le stime effettuate.

I costi sono stati determinati facendo l'ipotesi di una larghezza delle strutture di impalcato sufficiente per realizzare un percorso ciclopedonale della larghezza netta

utilizzabile di 2,50 metri e comprendono, oltre ai costi delle strutture, anche le finiture d'impalcato quali impermeabilizzazione, parapetti e sistema di allontanamento delle acque.

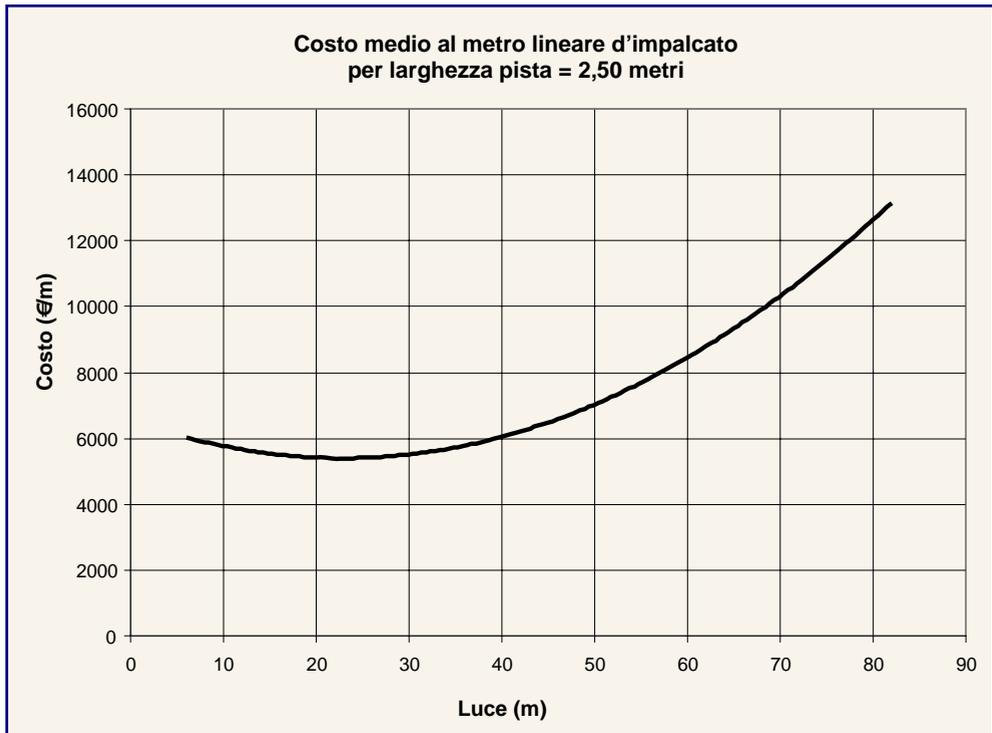
Per una più immediata comprensione i risultati ottenuti vengono restituiti nei successivi grafici, in funzione della luce d'impalcato.



Lo studio condotto prescinde da alcune considerazioni che devono comunque essere fatte in funzione del contesto nel quale viene inserita l'opera e che possono essere determinanti nella scelta della tipologia. In particolare è stato considerato che le opere sulle quali sono state condotte le stime dei costi non avessero limitazioni per l'altezza d'impalcato sia nei confronti della geometria delle livellette della via servita che per ragioni di ostacolo scavalcato, sia esso alveo fluviale o infrastruttura viabile.

Si vuole con questo dire che per opere che presentano il posizionamento della via servita nella parte alta dell'impalcato e lo sviluppo delle strutture nella parte inferiore (cosiddette "a via superiore") non sono state imposte limitazioni delle altezze massime d'impalcato, che spesso però sono determinanti nella definizione della tipologia stessa di opera, in ragione dei vincoli idraulici o geometrici delle infrastrutture intersecanti.

Nel grafico successivo si riporta l'andamento del costo medio tra tutte le tipologie analizzate; anche in questo caso, come in precedenza, il costo è riportato in funzione della luce d'impalcato.



In merito alla scelta della tipologia occorre sottolineare come esistano scelte ottimali dal punto di vista economico e scelte ottimali dal punto di vista di efficienza strutturale. Esiste infatti una luce oltre la quale una determinata tipologia non è più conveniente economicamente ed esiste al tempo stesso una luce limite “tecnica” oltre la quale l’opera è troppo impegnata a portare se stessa e quindi presenta un rendimento strutturale basso. Mentre la definizione dell’indicatore economico che determina la convenienza di realizzare una determinata tipologia è di facile ed immediata comprensione, per definire una luce limite “tecnica” si deve individuare un coefficiente di rendimento strutturale.

Giusto comunque ricordare che al di là della ricerca della massima efficienza strutturale, spesso possono prevalere altre scelte dettate da specifici vincoli alla progettazione (ad esempio la tipologia di ostacolo scavalcato, la massima altezza di trave imposta, ecc.), piuttosto che dalla ricerca di particolari forme architettoniche o dal rispetto di vincoli paesaggistici.

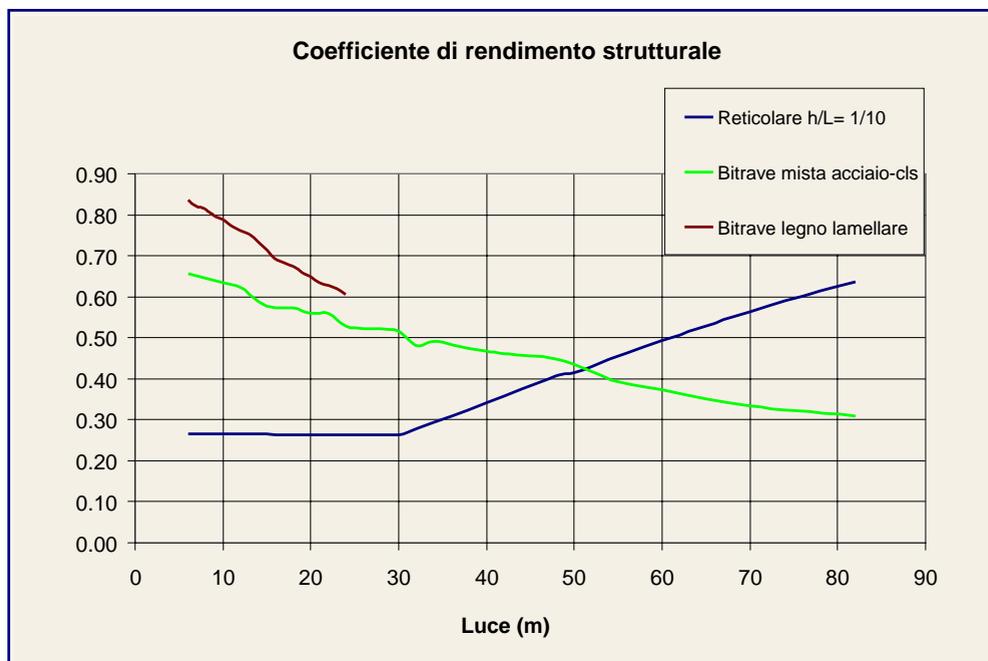
Si definisce generalmente coefficiente di rendimento strutturale di un ponte il rapporto tra il livello di impegno determinato dai soli carichi accidentali e quello della totalità dei carichi agenti (pesi propri, permanenti e carichi accidentali).

In particolare, fissata una sezione significativa, si può esprimere il coefficiente di rendimento strutturale η_s come:

$$\eta_s = \frac{E_{acc}}{E_{pp} + E_{perm} + E_{acc}}$$

dove: E_{acc} = livello di impegno dovuto ai sovraccarichi accidentali
 E_{pp} = livello di impegno dovuto ai pesi propri della struttura
 E_{perm} = livello di impegno dovuto ai carichi permanenti applicati (finiture, ecc)

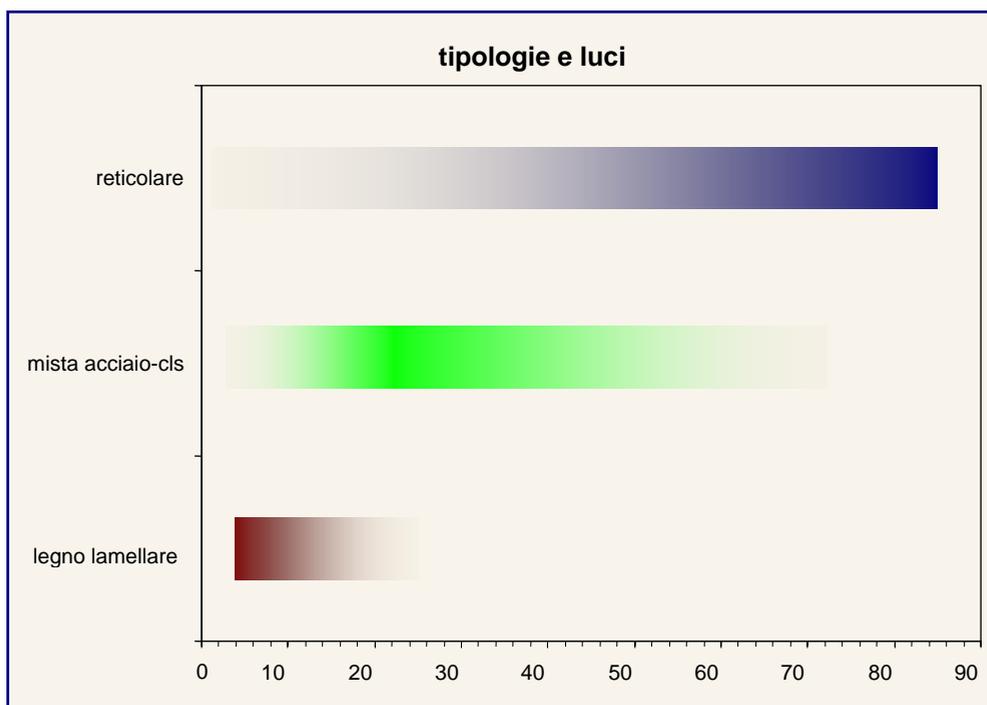
L'andamento del coefficiente di rendimento per le tipologie considerate è riportato nel grafico seguente (la curva dell'impalcato in legno lamellare si interrompe intorno ai 20 m di luce per motivi di ordine tecnologico costruttivo delle travi stesse che non possono essere convenientemente prodotte oltre una certa altezza di trave).



Occorre evidenziare come l'andamento del coefficiente deve essere inteso non in valore assoluto, ma indicativo per ciascun materiale e metodologia costruttiva.

Per meglio comprendere il significato del coefficiente, in corrispondenza della condizione limite $\eta_s = 0$, si raggiungerebbe il paradosso di una struttura che porta solo se stessa.

Viceversa, valori elevati di questo coefficiente esprimono un'alta efficienza strutturale. Sulla base di queste considerazioni si possono così individuare degli intervalli di luci dell'opera per i quali tecnicamente sono più efficienti alcune tipologie piuttosto che altre, come riportato nel grafico successivo.



Ne risulta quindi che non esiste un valore numerico univoco della luce dell'opera oltre il quale tecnicamente non può essere più utilizzata una determinata tipologia strutturale, ma piuttosto si possono definire degli intervalli all'interno dei quali si può dire che seguendo una scelta esclusivamente basata su criteri di efficienza strutturale si deve preferire una tipologia piuttosto che un'altra.

Fermo restando che esistono intervalli di luci per i quali risultano convenientemente utilizzabili diverse tipologie, si può affermare che per luci piccole (fino a 15 m) risultano strutturalmente più efficienti le tipologie in legno lamellare, per luci dai 15 ai 50 metri quelle in sezione mista acciaio-calcestruzzo, mentre per luci maggiori, oltre 50 metri, la tipologia più efficiente strutturalmente è quella a trave reticolare.

Normativa

Di seguito si riporta un estratto del D.M. 557/99 "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili" che riporta le linee guida per la progettazione delle piste ciclabili.

DECRETO MINISTERIALE 30 NOVEMBRE 1999, N. 557

Capo I

Linee guida per la progettazione degli itinerari ciclabili

(...)

Art. 4 - Ulteriori elementi per la progettazione

1. Gli itinerari ciclabili possono comprendere le seguenti tipologie riportate in ordine decrescente rispetto alla sicurezza che le stesse offrono per l'utenza ciclistica:

- a) piste ciclabili in sede propria;
- b) piste ciclabili su corsia riservata;
- c) percorsi promiscui pedonali e ciclabili;
- d) percorsi promiscui ciclabili e veicolari.

(...)

6. I percorsi ciclabili su carreggiata stradale, in promiscuo con i veicoli a motore, rappresentano la tipologia di itinerari a maggiore rischio per l'utenza ciclistica e pertanto gli stessi sono ammessi per dare continuità alla rete di itinerari prevista dal piano della rete ciclabile (...)

7. Al fine di garantire nel tempo l'accessibilità degli itinerari e la sicurezza della circolazione, le piste ed i percorsi promiscui devono essere costantemente oggetto di interventi di manutenzione.

(...)

Capo II

Principali standard progettuali per le piste ciclabili

(...)

Art. 7 - Larghezza delle corsie e degli spartitraffico

1. Tenuto conto degli ingombri dei ciclisti e dei velocipedi, nonché dello spazio per l'equilibrio e di un opportuno franco laterale libero da ostacoli, la larghezza minima della corsia ciclabile, comprese le strisce di margine, è pari ad 1,50 m; tale larghezza è

riducibile ad 1,25 m nel caso in cui si tratti di due corsie contigue, dello stesso od opposto senso di marcia, per una larghezza complessiva minima pari a 2,50 m.

2. Per le piste ciclabili in sede propria e per quelle su corsie riservate, la larghezza della corsia ciclabile può essere eccezionalmente ridotta fino ad 1,00 m, sempreché questo valore venga protratto per una limitata lunghezza dell'itinerario ciclabile e tale circostanza sia opportunamente segnalata.

3. Le larghezze di cui ai commi precedenti rappresentano i minimi inderogabili per le piste sulle quali è prevista la circolazione solo di velocipedi a due ruote (...)

4. La larghezza dello spartitraffico fisicamente invalicabile che separa la pista ciclabile in sede propria dalla carreggiata destinata ai veicoli a motore, non deve essere inferiore a 0,50 m.

Art. 8 - Velocità di progetto e caratteristiche plano-altimetriche

1. La velocità di progetto, a cui correlare in particolare le distanze di arresto e quindi le lunghezze di visuale libera, deve essere definita per ciascun tronco delle piste ciclabili, tenuto conto che i ciclisti in pianura procedono in genere ad una velocità di 20-25 km/h e che in discesa con pendenza del 5% possono raggiungere velocità anche superiori a 40 km/h.

2. Nella valutazione delle distanze di arresto si deve tenere conto di un tempo di percezione e decisione variabile tra un minimo, pari ad un secondo, per le situazioni urbane, ed un massimo di 2,5 secondi per le situazioni extraurbane, nonché di un coefficiente di aderenza longitudinale da relazionare al tipo di pavimentazione adottata e, comunque, non superiore a 0,35.

3. Nel caso di realizzazione di piste ciclabili in sede propria, indipendenti dalle sedi viarie destinate ad altri tipi di utenza stradale, la pendenza longitudinale delle singole livellette non può generalmente superare il 5%, fatta eccezione per le rampe degli attraversamenti ciclabili a livelli sfalsati, per i quali può adottarsi una pendenza massima fino al 10%. Ai fini dell'ampia fruibilità delle piste ciclabili da parte della relativa utenza, la pendenza longitudinale media delle piste medesime, valutata su basi chilometriche, non deve superare il 2% salvo deroghe documentate da parte del progettista e purché sia in ogni caso garantita la piena fruibilità da parte dell'utenza prevista.

(...)

5. I raggi di curvatura orizzontale lungo il tracciato delle piste ciclabili devono essere commisurati alla velocità di progetto prevista e, in genere, devono risultare superiori a 5,00 m (misurati dal ciglio interno della pista); eccezionalmente, in aree di intersezione ed in punti particolarmente vincolati, detti raggi di curvatura possono essere ridotti a 3,00 m, purché venga rispettata la distanza di visuale libera e la curva venga opportunamente segnalata, specialmente nel caso e nel senso di marcia rispetto al

quale essa risulti preceduta da una livelletta in discesa.

(...)

Art. 9 - Attraversamenti ciclabili

1. Gli attraversamenti delle carreggiate stradali effettuati con piste ciclabili devono essere realizzati con le stesse modalità degli attraversamenti pedonali, tenendo conto di comportamenti dell'utenza analoghi a quelli dei pedoni, e con i dovuti adattamenti richiesti dall'utenza ciclistica (ad esempio per la larghezza delle eventuali isole rompitratte per attraversamenti da effettuare in più tempi).

(...)

Art. 10 - Segnaletica stradale

1. Ferma restando l'applicazione delle disposizioni relative alla segnaletica stradale previste dal decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e dal decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modificazioni, le piste ciclabili devono essere provviste della specifica segnaletica verticale di cui ai commi 9 e 10 dell'articolo 122 del suddetto decreto del Presidente della Repubblica all'inizio ed alla fine del loro percorso, dopo ogni interruzione e dopo ogni intersezione.

2. Le piste ciclabili devono essere provviste di appositi simboli e scritte orizzontali che ne distinguano l'uso specialistico, anche se la pavimentazione delle stesse è contraddistinta nel colore da quella delle contigue parti di sede stradale destinate ai veicoli a motore ed ai pedoni. Analogamente deve essere segnalato, con apposite frecce direzionali sulla pavimentazione, ogni cambio di direzione della pista.

Art. 11 - Aree di parcheggio

1. Ogni progetto di pista ciclabile deve essere corredato dall'individuazione dei luoghi e delle opere ed attrezzature necessarie a soddisfare la domanda di sosta per i velocipedi ed eventuali altre esigenze legate allo sviluppo della mobilità ciclistica, senza che si abbiano intralci alla circolazione stradale, specialmente dei pedoni (...)

Art. 12 - Superfici ciclabili

1. Sulle piste ciclabili deve essere curata al massimo la regolarità delle superfici per garantire condizioni di agevole transito ai ciclisti, specialmente con riferimento alle pavimentazioni realizzate con elementi autobloccanti.

2. Sulle piste ciclabili non è consentita la presenza di griglie di raccolta delle acque con elementi principali paralleli all'asse delle piste stesse, né con elementi trasversali tali da determinare difficoltà di transito ai ciclisti.

(...)