

Caratteristiche infrastrutturali e spazi del trasporto collettivo su gomma nel regolamento viario urbano

Collective road transport infrastructural characteristics and spaces in the urban road regulation

Benedetto BARABINO^(*)
Michela BONERA^(*)
Roberto VENTURA^(*)
Giulio MATERNINI^(*)

Sommario - Il Regolamento Viario disciplina le caratteristiche, gli usi e le modalità di gestione degli elementi stradali per tutte le componenti di traffico ammesse. Tra esse rientra il trasporto collettivo, che è una componente prioritaria della mobilità soprattutto urbana, ma è quasi generalmente trascurata nelle specifiche tecniche dettate dai regolamenti viari italiani vigenti.

A partire dalle criticità emerse analizzando alcuni regolamenti viari e sulla base di letteratura internazionale, esperienza professionale e normativa vigente, la nota contiene standard tecnici sulle caratteristiche infrastrutturali e sugli spazi da destinare al trasporto collettivo su gomma, nell'ambito della redazione della parte specifica del Regolamento Viario in ambito urbano.

Sebbene non completamente esaustivi, i risultati ottenuti permettono di inquadrare gli elementi fondamentali del trasporto collettivo secondo una visione sistematica e raccomandano una forte cooperazione tra i gestori delle reti ed i tecnici incaricati alla redazione del Regolamento Viario, per stabilire gli standard più adatti per l'ambito urbano di riferimento.

1. Introduzione

Come noto, le Direttive per la redazione, adozione ed attuazione del Piano Urbano del Traffico (PUT) - [1] - rappresentano il recepimento dell'art. 36 del Nuovo codice della strada ([2]). In tali Direttive, viene introdotto il Regolamento Viario (RV) che stabilisce, al punto 1.2 dell'Allegato, standard tecnici (o specifiche tecniche) minimi per ogni elemento della rete stradale con riferimento: (i) alle componenti di traffico ammesse¹ ed alla loro regolazione, con particolare attenzione alle utenze debo-

Summary - The Road Regulation regulates the characteristics, uses and management of the several road elements for all the allowed traffic components. The collective transport is one of the priority components, especially for urban mobility, but it is generally neglected in the technical specifications of the current Italian Road Regulations.

Starting from the critical issues that emerged from the analysis of existing Road Regulations and based on the international literature, professional experience and current legislation, the note provides technical standards about the infrastructural characteristics and the spaces to be allocated to the collective road transport. This is to be intended as a starting reference to develop the specific part of Road Regulation for urban areas.

Although not completely exhaustive, the results obtained allow to frame the fundamental elements of the collective transport according to a systemic vision. Also, they recommend strong cooperation between the network managers and the technicians in charge of drafting the Road Regulations, to establish the most suitable standards for the urban area of reference.

1. Introduction

As it is known, the Directives for the developing, adoption and implementation of the Urban Traffic Plan (UTP) - [1] - represent the implementation of Art. 36 of the New Highway Code ([2]). At the point 1.2 of the Annex (or technical specifications) the Directive introduces the Road Regulation (RR), which establish minimum technical standards for each element of the road network with reference to: (i) the permitted traffic components¹ and their regulation, with particular attention to vulnerable road

^(*) Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM), Università di Brescia, Italy.

¹ In accordo con il punto 3.2.1 di [1], le quattro componenti fondamentali del traffico esposte secondo l'ordine assunto nella loro scala dei valori sono: i pedoni; i veicoli motorizzati per il trasporto collettivo con fermate di linea; i veicoli motorizzati senza fermate di linea; veicoli in sosta.

^(*) Department of Civil, Environment, Land and Architecture Engineering and Mathematics (DICATAM), University of Brescia, Italy.

¹ According to point 3.2.1 of [1], the four fundamental components of traffic are: pedestrians; motorised vehicles for collective transport with line stops; motorised vehicles without line stops; parked vehicles.

li²; (ii) alle caratteristiche geometriche delle sezioni stradali e del tracciato; (iii) alla organizzazione e regolamentazione delle intersezioni stradali; (iv) all'organizzazione della sosta; (v) alla disciplina della occupazione temporanea e permanente della sede stradale e degli spazi pubblici ([1]). Gli standard tecnici indicati nel RV sono cogenti³ per le infrastrutture di nuova realizzazione, mentre rappresentano valori di riferimento sulle strade esistenti oggetto di adeguamento e riqualificazione nella misura in cui le condizioni stradali lo consentano. Infatti, è fatta salva la deroga di cui al Decreto Ministeriale (DM) 6792/2001, che consente di adottare, per le soluzioni progettuali proposte, standard inferiori a quanto previsto da RV, ma sempre con l'obiettivo del miglioramento della funzionalità e della sicurezza stradale ([3]). Il RV va redatto oltre che in accordo con [1], [2], [4], anche seguendo le indicazioni e prescrizioni di leggi, normative, regolamenti e direttive vigenti (e.g., [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]) e prendendo spunto dalla letteratura nazionale ed internazionale. Tuttavia, già dalla sua introduzione avvenuta nel 1995 e forse anche a causa dell'assenza di specifiche indicazioni, il RV ha riscontrato difficoltà nella sua redazione. Pertanto, non è pienamente utilizzato come efficace strumento di attuazione del PUT, quindi non sembra interamente compreso nella sua valenza dalle Amministrazioni Pubbliche (AP).

Il Trasporto Collettivo (TC) è una delle componenti rilevanti di traffico interessate dal RV, tuttavia nei RV vigenti non sono generalmente indicati elementi (o caratteristiche o attributi o fattori) che ne favoriscano una completa fruizione. Infatti, le poche AP che hanno specificato le caratteristiche infrastrutturali e gli spazi da destinare al TC, si sono limitate a fornire degli standard di massima relativamente a pochi elementi, quali: (a) le caratteristiche funzionali delle strade interessate dal transito di tali veicoli e (b) le caratteristiche geometriche longitudinali e ortogonali delle vie di corsa e delle fermate. Gli elementi del TC trattati nei RV sono sviluppati separatamente e non secondo una visione sistematica. Inoltre, per quanto è di nostra conoscenza, si trovano pochissime indicazioni sugli elementi minimi del TC che dovrebbero essere contenuti nel RV. D'altra parte, poiché il TC deve integrarsi con le funzioni urbanistiche presenti sul territorio, il RV dovrebbe contenere il maggior numero di specifiche tecniche che regolamentino le caratteristiche infrastrutturali e funzionali del TC. Ad esempio, riguardo la fermata⁴, il

users (VRU)²; (ii) the geometric characteristics of the road sections and the route; (iii) the organisation and regulation of road intersections; (iv) the organisation of parking; (v) the regulation of the temporary and permanent occupation of the road and public spaces ([1]). The technical standards indicated in the RR are mandatory³ for newly built infrastructures, while they represent reference values on existing roads subject to adaptation and redevelopment to the extent that road conditions allow so. In fact, there is the exception referred to in Ministerial Decree (DM) 6792/2001, which allows adopting standards lower than those envisaged by the RR, for the proposed design solutions, but always with the aim of improving functionality and road safety ([3]). The RR must be drawn up not only in accordance with [1], [2], [4], but also following the indications and prescriptions of laws, regulations, rules and directives in force (e.g., [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]) and taking inspiration from national and international literature. However, since their introduction in 1995 and perhaps also due to the absence of specific indications, the RR have encountered difficulties in their drafting. Therefore, they are not fully used as an effective tool for implementing the UTP, so they do not seem to be entirely understood in their value by the Public Administrations (PA).

Collective Transport (CT) is one of the important traffic components affected by the RRs, however in the RRs in force, elements (or characteristics or attributes or factors) that favour their complete use are generally not indicated. In fact, the few PAs that specified the infrastructural characteristics and the spaces to be allocated to CT, are limited in providing general standards relating to a few elements, such as: (a) the functional characteristics of the roads affected by the transit of these vehicles and (b) the longitudinal and orthogonal geometric characteristics of the transport ways and stops. The CT elements treated in the RRs are developed separately and not according to a systemic view. Furthermore, as far as we know, there are very few indications on the minimum elements of CT that should be contained in the RRs. On the other hand, since CT must integrate with the urban planning functions present in the area, RRs should contain as many technical specifications as possible that discipline the infrastructural and functional characteristics of CT. For example, regarding the stop⁴, RRs should also specify the accessibility characteristics by

² In accordo con l'art. 3, comma 53 bis, del Nuovo codice della strada, si intendono per utenze deboli: pedoni, disabili in sedia a ruote, ciclisti e tutto coloro i quali meritino una tutela particolare dai pericoli derivanti dalla circolazione sulle strade ([2]).

³ Solo se il RV è stato approvato dal Consiglio Comunale.

⁴ In questa nota, si intende con fermata lo spazio complessivo destinato all'accostamento del mezzo su gomma ed alle operazioni di salita e discesa dei passeggeri. Questa definizione include sia l'area di attesa, se non altrimenti specificato, e sia lo spazio libero da interferenze con il flusso veicolare individuale; e.g., l'intera segnaletica orizzontale dedicata alla fermata.

² In accordance with Art. 3, paragraph 53 bis, of the New Highway Code, vulnerable road users (VRU) are: pedestrians, disabled people in wheelchairs, cyclists and all those who deserve particular protection from the dangers deriving from traffic on the roads ([2]).

³ Only if the RRs have been approved by the City Council.

⁴ In this note, stop is understood as the overall space intended for the approach of the road vehicle and for boarding and alighting of passengers. This definition includes both the waiting area, unless otherwise specified, and the space free from interference with the individual vehicular flow; e.g., the entire road markings dedicated to the stop.

OSSEVATORIO

RV dovrebbe specificare oltre alla mera descrizione della tipologia e del posizionamento, anche le caratteristiche di accessibilità da parte dei pedoni (anche di coloro con difficoltà motorie), degli arredi più congeniali, etc., praticamente trascurati nei RV analizzati.

Redatta con le finalità di una linea guida⁵, questa nota tecnica ha come obiettivo principale l'analisi delle caratteristiche infrastrutturali e degli spazi del TC su gomma, funzionali alla redazione del RV in ambito urbano, con maggiore sistematicità rispetto a quanto presente nei RV vigenti, raggruppando diversi standard tecnici e specificandone gli elementi minimi. Per raggiungere tale obiettivo si conduce una analisi a tre livelli: al primo livello si inquadra la componente TC nell'ambito di specifica normativa; al secondo livello si raccomandano specifiche tecniche per la via di corsa; al terzo livello, si raccomandano specifiche tecniche per la fermata, che è analizzata sia rispetto alla manovrabilità del veicolo e sia all'accessibilità pedonale, al comfort nell'area di attesa ed alla sicurezza degli utenti.

Questa nota è particolarmente rivolta ai tecnici delle AP che gestiscono e aggiornano il RV e ai professionisti del settore interessati alla redazione della specifica parte di competenza del TC all'interno del RV.

Dopo questa introduzione, la nota è organizzata come segue. Nella sezione 2 è sintetizzato lo stato dell'arte delle caratteristiche e degli spazi per il TC riportati in numerosi RV italiani e sono individuate alcune criticità. Nella sezione 3, sono descritti gli elementi infrastrutturali minimi e sono suggeriti degli standard per il TC da includere nel RV. Infine, nella sezione 4, sono fornite alcune raccomandazioni conclusive.

2. Stato dell'arte del trasporto collettivo nei regolamenti viari italiani

I RV adottati e/o approvati in diverse città italiane⁶ mostrano la ricchezza degli argomenti considerati. In particolare, i vigenti RV stabiliscono specifici standard per le caratteristiche geometriche delle sezioni stradali e di tracciato, l'organizzazione e regolamentazione delle intersezioni, l'organizzazione della sosta e della occupazione temporanea e permanente del suolo pubblico. Tali RV presentano una struttura comune. A partire da una iniziale suddivisione delle strade in esercizio, viene individuata la relativa classe funzionale indicando le dimensio-

pedestrians (even those with mobility difficulties), in addition to the mere description of the type and positioning, of the most congenial furnishings, etc., practically neglected in the RRs analysed.

This technical note is developed as a guideline⁵ and its main objective is the analysis of the infrastructural characteristics and spaces of road CT. These analysis are useful for the development of the RRs for the urban environment, being set up with greater systematic approach compared to the existing RRs, they group the different technical standards and specify the minimum elements thereof.

This note is particularly addressed to the technicians of PAs that manage and update the RRs and to the professionals of the sector interested in the drafting of the specific part of competence of CT within the RRs.

After this introduction, the note is arranged as follows. Section 2 summarises the state of the art of the characteristics and spaces for CT reported in numerous Italian RRs and some critical issues are identified. In section 3, the minimum infrastructure elements are described and standards are suggested for CT to be included in the RRs. Finally, in section 4, some concluding recommendations are provided.

2. Collective transport in Italian Road Regulations. The State of Art

The RRs adopted and/or approved in several Italian cities⁶ show the abundance of the topics considered. In particular, the current RRs establish specific standards for the geometric characteristics of the road and route sections, the organisation and regulation of intersections, the organisation of parking and the temporary and permanent occupation of public land. These RRs have a common structure. Starting from an initial subdivision of the roads in operation, the relative functional class is identified, indicating the dimensions of the various geometric elements. Subsequently, certain standards are established for the construction of particular infrastructural elements in the most detailed RRs, e.g., elements for moderating traffic, rest areas, parking for motorised vehicles (e.g., Bologna [12]; Varese [24]; Rome [14]; Brescia [18]).

Conversely, when the CT component is analysed, the technical specifications of the infrastructural characteris-

⁵ In questa nota, per linee guida si intendono raccomandazioni di specifiche tecniche, elaborate mediante un processo di revisione sistematica della normativa di riferimento e della letteratura.

⁶ Molti comuni pubblicano il RV come documento a sé stante ma, in altri casi, le specifiche del RV vengono ricomprese all'interno dei documenti di PUT o PGTU (Piano Generale del Traffico Urbano) senza separazione (e.g., Città Metropolitana di Torino). In questo articolo, si tratterà il caso del RV a sé stante.

⁵ In this note, guidelines refer to recommendations of technical specifications, developed through a systematic review process of the reference legislation and literature.

⁶ Many municipalities publish the RRs as a separate document but, in other cases, the specifications of the RRs are included in the UTP or UTGP (Urban Traffic General Plan) documents without separation (e.g., Metropolitan City of Turin). In this article, we will cover the case of the RRs on its own.

OSSERVATORIO

ni dei diversi elementi geometrici. Successivamente, nei RV più dettagliati vengono stabiliti determinati standard per la realizzazione di particolari elementi infrastrutturali e.g., elementi di moderazione del traffico, aree di sosta, parcheggi per i veicoli motorizzati (e.g., Bologna [12]; Varese [24]; Roma [14]; Brescia [18]).

Viceversa, quando si analizza la componente TC, le specifiche tecniche delle caratteristiche infrastrutturali e degli spazi sono poco dettagliate e riguardano generalmente qualche attributo relativo alla via di corsa e alla fermata. Nelle Tabb. 1, 2 e 3, vengono riportate in maniera schematica le informazioni contenute nei RV di alcune esemplificative città italiane⁷, per illustrare la tipologia e il grado di approfondimento delle specifiche relative al TC.

In Tab. 1, sono riepilogati gli attributi che costituiscono la via di corsa delle linee del TC in alcune città, suddivise in base alla dimensione demografica ed elencate in ordine cronologico rispetto all'anno di adozione del RV.

Dalla Tab. 1, emerge quanto segue.

- Tutti i RV assegnano ai bus specifiche tipologie di strade, la cui larghezza minima della sezione è generalmente pari a 3,50m, anche in accordo con il DM 6792/2001 ([3]); dimensioni maggiori sono prescritte nel caso in cui sulla stessa corsia possano circolare in promiscuità i ciclisti. Di norma, i bus sono autorizzati a circolare su tutte le strade, tranne in quelle locali urbane, dove comunque può essere autorizzato il transito per effettuare inversioni di marcia e ricircoli di quartiere.
- Alcuni RV specificano le tipologie delle corsie preferenziali per livello di protezione (protette e non protette) e senso di marcia (concorde e/o contromano) rispetto al flusso dei veicoli motorizzati individuali; vengono anche specificati gli standard per delimitare (e/o proteggere) la corsia preferenziale dal resto delle corsie ordinarie facendo esplicito riferimento al Decreto del Presidente della Repubblica (DPR) 495/1992 ([4]).
- Gran parte dei RV ammette il transito di ulteriori categorie di veicoli motorizzati e non motorizzati sulle corsie preferenziali.
- I RV di Roma [14] e Cremona [26] suggeriscono di ricorrere alla priorità semaforica nei pressi delle intersezioni semaforizzate, laddove possibile.

Nella Tab. 2, sono riepilogati gli elementi che influenzano la manovrabilità dei bus nei pressi della fermata del TC, i.e. i fattori lato strada.

⁷ Le città italiane incluse nella revisione della letteratura sui RV sono state selezionate in base ai seguenti criteri: 1) ricerca libera su Google della parola chiave "Regolamento viario"; 2) limitazione alle prime 10 pagine di risultati; 3) tra le 10 pagine, selezione delle città che rendono disponibile online il RV; 4) tra le città selezionate, filtro fra quelle con popolazione superiore ai 30.000 abitanti, per cui il RV è obbligatorio - Art. n. 36 del DL 285/1992 [2]; 5) tra le città selezionate, filtro fra quelle che presentano una sezione specifica relativa al TC.

tics and spaces are not very detailed and generally concern some attributes relating to the bus lane and the stop. Tabs. 1, 2 and 3 show schematically the information contained in the RRs of some exemplary Italian cities⁷, to illustrate the type and degree of depth of the specifications relating to CT.

Tab. 1 summarises the attributes that make up the bus lane of CT lines in some cities, divided according to the demographic size and listed in chronological order with respect to the year of adoption of the RRs.

The following emerges from Tab. 1.

- All RRs assign specific types of roads to the buses, whose minimum section width is generally equal to 3.50 m, also in accordance with Ministerial Decree 6792/2001 ([3]); larger sizes are required in the event that cyclists can circulate in promiscuity on the same lane. As a rule, buses are allowed to circulate on all roads, except on local urban ones, where in any case transit can be authorised for U-turn and neighbourhood recirculation.
- Some RRs specify the types of priority lanes by level of protection (protected and unprotected) and direction of travel (with flow and/or counter flow) with respect to the flow of individual motorised vehicles; the standards for delimiting (and/or protecting) the fast lane from the rest of the ordinary lanes are also specified, with explicit reference to the Decree of the President of the Republic (DPR) 495/1992 ([4]).
- Most RRs allow the transit of additional categories of motorised and non-motorised vehicles on the fast lanes.
- The RRs of Rome [14] and Cremona [26] suggest using the traffic light priority near the traffic light intersections, where possible.

Tab. 2 summarises the elements that influence the manoeuvrability of the buses near the CT stop, i.e. the roadside factors.

The following emerges from Tab. 2.

- According to Art. 352 of Presidential Decree 495/1992, in many RRs it is specified that the longitudinal positioning of the stop should be at least 20 m after the intersections ([4]). In cases where the number of CT vehicles queueing at the stop is such as to constitute an obstacle to the circulation, the stop can be located at least 10 m before the intersections ([4]).

⁷ The Italian cities included in the review of RR literature were selected based on the following criteria: 1) free Google search for the keyword "Road Regulations"; 2) limitation to the first 10 pages of results; 3) among the 10 pages, selection of the cities that make the RRs available online; 4) among the selected cities, filter among those with populations over 30,000 inhabitants, for which the RRs are mandatory - Art. No. 36 of Legislative Decree 285/1992 [2]; 5) among the selected cities, filter among those that have a specific section related to CT

Tabella 1 – Table 1

Itinerario TC - Caratteristiche della via di corsa (Questa tabella è rappresentativa, ma non è esaustiva)
Bus itineraries - roadway characteristics of the transport way (This table is representative, but not exhaustive)

| Città, anno <i>City, year</i> | Popolazione residente nel 2011 ⁸ <i>Resident Population in 2011⁸</i> | Tipologie strade bus <i>Bus road type</i> | Dimensioni Corsia Bus [m] <i>Bus lane width [m]</i> | Identificazione corsie preferenziali <i>Right of way priority (space allocation)</i> | Altri veicoli ammessi su corsia preferenziale <i>Other vehicles allowed on priority lane</i> | Delimitazione corsia <i>Lane delimitation</i> | Priorità Intersezioni <i>Signal priority (time allocation)</i> |
|---|---|--|--|---|---|--|---|
| Città metropolitane⁹ <i>Metropolitan cities⁹</i> | | | | | | | |
| Bologna, 2009 [12] | 397.430 | X | 3,50 ÷ 4,50 | NP, P | X | A | |
| Palermo, 2013 [13] | 657.561 | X | 3,00 ÷ 4,50 | NP, P, Pr | X | A | |
| Roma, 2015 [14] | 2.752.020 | X | 3,00 ÷ 3,50 | NP, P, Pr | X | A | X |
| Comuni fino a 250.000 abitanti <i>Municipalities with up to 250,000 inhabitants</i> | | | | | | | |
| Taranto, 2002 [15] | 204.968 | X | 3,00 ÷ 3,50 | NP, P, Pr | X | A | |
| Reggio Emilia, 2012 [16] | 165.095 | X | 3,80 ÷ 4,50 | | X | | |
| Ravenna, 2016 [17] | 157.297 | X | 3,50 ÷ 4,00 | | X | | |
| Brescia, 2018 [18] | 192.961 | X | 3,50 ÷ 4,50 | | X | A | |
| Comuni fino a 150.000 abitanti <i>Municipalities with up to 150,000 inhabitants</i> | | | | | | | |
| Vicenza, 1999 [12] | 116.979 | X | 3,25 | | | | |
| Latina, 2005 [20] | 117.892 | X | 3,00 ÷ 3,25 | NP, P, Pr | X | A | |
| Comuni fino a 100.000 abitanti <i>Municipalities with up to 100,000 inhabitants</i> | | | | | | | |
| Como, 2001 [20] | 84.815 | X | 3,50 ÷ 4,50 | | X | | |
| Carpi, 2009 [22] | 68.488 | X | 3,50 | NP, P | | A | |
| Legnano, 2013 [23] | 57.577 | X | 3,50 ÷ 4,50 | NP, P | X | | |
| Varese, 2013 [24] | 81.187 | X | 3,50 | NP, P | X | A | |
| Lucca, 2017 [25] | 91.514 | X | | | X | | |
| Cremona, 2018 [26] | 72.719 | X | 3,00 ÷ 3,50 | NP, P | X | A | X |
| Comuni fino a 50.000 abitanti <i>Municipalities with up to 50,000 inhabitants</i> | | | | | | | |
| Paderno Dugnano, 2003 [27] | 46.904 | X | | NP, P | | | |
| Castelfranco Veneto, 2012 [28] | 33.373 | X | 3,50 ÷ 4,50 | NP, P, Pr | X | A | |
| X = Include quel fattore; NP = non Protetta; P = Protetta; Pr = Propria. A = Art. 140 o art. 154 o art. 178 del DPR 495/1992 ([4]). X = Includes that factor; NP = not Protected; P = Protected; Pr = Dedicated. A = Art. 140 or Art. 154 or Art. 178 of Presidential Decree 495/1992 ([4]). | | | | | | | |

⁸ È stato scelto il 2011 (anno del censimento) come anno di riferimento per il dato sulla popolazione residente nei diversi comuni citati perché medio tra l'anno del RV più datato (1999) e del RV più recente (2018). In tal modo si dovrebbe avere minore variazione della popolazione tra l'anno di redazione del RV e quello di riferimento. Fonte: datawarehouse dell'ISTAT, disponibile al link: <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?lang=it>. Consultato in data 13 marzo 2020.

⁹ 2011 (census year) was chosen as the reference year for the data on the resident population in the various municipalities mentioned because it is the average between the year of the oldest RRs (1999) and the most recent RRs (2018). In this way there should be less variability in the population number between the year of the RRs development and the reference year. Source: ISTAT datawarehouse, available at the link: <http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?lang=it>. Consulted on 13 March, 2020.

⁹ Individuate come da Legge 7 aprile 2014 n. 56.

⁹ Identified as per Law No. 56 of 7 April 2014.

OSSERVATORIO

Tabella 2 – Table 2

Fermata TC - Fattori lato strada (Questa tabella è rappresentativa, ma non è esaustiva)
CT stop - Road-side factors (This table is representative, but not exhaustive)

| Città, anno <i>City, year</i> | Posizionamento della fermata, visibilità e segnaletica <i>Bus stop location, visibility and signals</i> | | | | Veicoli di TC <i>CT vehicles</i> | | Layout sezione stradale <i>Road section layout</i> | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|---|---|--|--|-----------------------------------|---|--|---|---------------------------------------|---|---|
| | Longitudinale alla via di corsa <i>Along the roadway</i> | Ortogonale alla via di corsa <i>Orthogonal to the roadway</i> | Verticale - Palo fermata - Posizionamento e dimensioni <i>Vertical - Stop pole - Placement and sizes</i> | Altezza cordolo marciapiede [m] <i>Kerb height [m]</i> | Pendenza longitudinale della fermata <i>Longitudinal slope at the stop</i> | Visibilità della fermata <i>Visibility of the stop</i> | Segnaletica Orizzontale <i>Horizontal signs</i> | Dimensioni e raggi di volta <i>Dimensions and turning radii</i> | Pedana per sedia a rotelle <i>Wheelchair ramp</i> | Bici su bus <i>Bike on bus</i> | Pavimentazione stradale <i>Road pavement</i> | Raggi di svolta alle intersezioni <i>Turning radii at intersections</i> | Impianti semaforici <i>Traffic light systems</i> | Accessi Carrabili <i>Driveways</i> | Attraversamenti pedonali <i>Pedestrian crossings</i> | Sistematizzazione Itinerario ciclabile <i>Cycle lane configuration</i> |
| Città metropolitane <i>Metropolitan cities</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bologna, 2009 [12] | D20; P10 | L; M; G | | | | | B | | | | | | | | P | X |
| Palermo, 2013 [13] | D20; P10 | L; M; G | X | | | | B | | | | | | | P | | |
| Roma, 2015 [14] | | L; M; G | | | | | B | | | | | | | P | | |
| Comuni fino a 250.000 abitanti <i>Municipalities with up to 250,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taranto, 2002 [15] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reggio Emilia, 2012 [16] | | L; M; G | | 0,10 | | | B | | | | | | | P | | |
| Ravenna, 2016 [17] | | L; M; G | | | | | B | | | | | | | | | |
| Brescia, 2018 [18] | D20; P10 | L; M; G | | 0,15 | | | B | | | | | | | P | X | |
| Comuni fino a 150.000 abitanti <i>Municipalities with up to 150,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vicenza, 1999 [19] | D20; P10 | L; M; G | | | 3%-5% | | B | | | | | | | | | |
| Latina, 2005 [20] | D20; P10 | L; M; G | | | 3%-5% | | B | | | | | | | P | X | |
| Comuni fino a 100.000 abitanti <i>Municipalities with up to 100,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Como, 2001 [21] | | L; M; G | | <0,10 | | | | | | | | | | P | X | |
| Carpi, 2009 [22] | | L; M; G | | | | | | | | | | | | | | |
| Legnano, 2013 [23] | | L; M; G | | 0,10 | | | | | | | | | | P | | |
| Varese, 2013 [24] | | L; M; G | | | | | B | | | | | | | P | | |
| Lucca, 2017 [25] | | L; M; G | | | | | B | | | | | | | P | | |
| Cremona, 2018 [26] | D20; P10 | L; M; G | | | | | B | | | | X | X | X | P | X | |
| Comuni fino a 50.000 abitanti <i>Municipalities with up to 50,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paderno Dugnano, 2003 [27] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Castelfranco Veneto, 2012 [28] | D20; P10 | L; M; G | X | | | | B | | | | X | | | P | | |
| X = include quel fattore; D20 = 20 m dopo intersezione; P10 = 10 m prima intersezione; L = Lungo strada; G = Golfo; M = Molo; B = Art. 151 del DPR 495/1992 ([4]); P = Dietro al bus | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X = includes that factor; D20 = 20 m after intersection; P10 = 10 m before intersection; L = Along the road; G = Bus bay M = Full-width boarder; B = Art. 151 of Presidential Decree 495/1992 ([4]); P = Behind the bus | | | | | | | | | | | | | | | | |

OSSERVATORIO

Dalla Tab. 2, emerge quanto segue.

- Secondo l'art. 352 del DPR 495/1992, in molti RV viene specificato che il posizionamento longitudinale della fermata dovrebbe essere almeno 20m dopo le intersezioni ([4]). Nei casi in cui l'accumulo dei mezzi alla fermata è tale da costituire intralcio alla circolazione, la fermata può essere collocata almeno 10m prima delle intersezioni ([4]).
- Secondo l'art. 151 del DPR 495/1992, tutti i RV propongono schemi tipo di posizionamento della fermata rispetto alla sezione stradale, completi di segnaletica orizzontale ([4]). Gli schemi variano a seconda che la fermata sia ubicata fuori oppure in carreggiata. Nel caso di fermata fuori carreggiata, tipico delle strade urbane di migliori prestazioni, viene raccomandato l'utilizzo del golfo di fermata. Nel caso di fermata in carreggiata, tipico per le restanti strade urbane, viene raccomandato l'uso della soluzione lungo strada, se in assenza di sosta, oppure la soluzione a molo (o isola salvagente) se in presenza di sosta. I RV di Bologna ([12]), Brescia ([18]) e Cremona ([26]) propongono schemi di fermata in presenza di pista ciclabile, utilizzando la stessa come elemento separatore fra il percorso pedonale e la fermata. Il RV di Brescia specifica numerose collocazioni di fermata a seconda della tipologia di strada considerata e della presenza o meno dell'itinerario ciclabile ([18]). Il RV di Roma prescrive per alcune tipologie di strade, l'uso di semi golfi di fermata di profondità ridotta pari a 1,5m, rispetto allo standard minimo di 2,7m ([14]). Ancora, lo stesso RV sembra riferirsi a tipologie di fermata "fra intersezioni" e riporta che sulle strade di quartiere a unica corsia per senso di marcia, le fermate prospicienti vanno distanziate di almeno 50m in posizione posticipata l'una rispetto all'altra.
- I RV di Vicenza e Latina raccomandano di posizionare la fermata in piano e, laddove non sia possibile, prescrivono una pendenza massima longitudinale inferiore al 5% ([19]; [20]).
- I RV di Como, Reggio Emilia, Legnano e Brescia regolamentano l'altezza del marciapiede nei pressi dell'area di fermata, rispettivamente fino ad un massimo di 0,10m ([16]; [21]; [23]) e 0,15m ([18]).
- Al fine di favorire la sicurezza pedonale e a meno di regolazione semaforica, gran parte dei RV prescrive di collocare gli attraversamenti pedonali in prossimità della fermata e posteriormente alla stessa (i.e., dietro al bus).
- Il RV di Cremona dà anche indicazione su diversi elementi del layout della sezione stradale ([26]).
- I RV di Castelfranco Veneto e Cremona danno indicazioni sui raggi di svolta nei pressi delle intersezioni per una migliore manovrabilità dei veicoli e una maggiore sicurezza nella circolazione ([26]; [28]).

Nella Tab. 3, sono riepilogati gli elementi, esterni alla via di corsa, che influenzano prioritariamente l'accessibi-

- According to Art. 151 of Presidential Decree 495/1992, all RRs propose typical scheme for positioning the stop with respect to the road section, complete with horizontal signs ([4]). The schemes vary depending on whether the stop is located outside or on the carriageway. In the case of an off-carriageway stop, typical of better performing urban roads, the use of the bus bay is recommended. In case of an "off-carriageway" stop, on the carriageway, typical for the remaining urban roads, the use of the solution along the road is recommended, if there is no stop, or the solution at the full-width border if in the presence of a stop. The RRs of Bologna ([12]), Brescia ([18]) and Cremona ([26]) propose stop schemes in the presence of a cycle path, using it as a separating element between the pedestrian path and the stop. The Brescia RRs specify numerous stop locations depending on the type of road considered and the presence or absence of the cycle route ([18]). For some types of roads, the RRs of Rome prescribe the use of half bus bays with a reduced depth of 1.5 m, compared to the minimum standard of 2.7 m ([14]). Again, the same RRs seem to refer to types of stops "between intersections" and report that on district streets with one lane in each direction of travel, the overlooking stops must be spaced by at least 50 m in a postponed position with respect to each other.
- The RRs of Vicenza and Latina recommend positioning the stop on level ground and, where this is not possible, prescribe a maximum longitudinal slope of less than 5% ([19]; [20]).
- The RRs of Como, Reggio Emilia, Legnano and Brescia regulate the height of the footpath near the stop area, up to a maximum of 0.10 m ([16]; [21]; [23]) and 0,15 m ([18]) respectively.
- In order to promote pedestrian safety and unless regulated by traffic lights, most RRs prescribe placing pedestrian crossings near the stop and behind it (i.e., behind the bus).
- The Cremona RRs also give indications on various elements of the layout of the road section ([26]).
- The RRs of Castelfranco Veneto and Cremona give indications on the turning radii near the intersections for better vehicle manoeuvrability and greater traffic safety ([26]; [28]).

Tab. 3 summarises the elements, external to the roadway, which primarily influence the accessibility, comfort and safety of pedestrians accessing the stop, i.e. the Curb-side factors.

Little information emerges from Tab. 3.

- Next to the stop, most RRs require that the footpath must be free of obstacles for a minimum width of 1.00 m between the vertical encumbrance of the obstacle and the outer edge of the path towards the carriageway. Furthermore, this prescription extends for a length equal to the entire stop. The RRs of Bologna and Palermo also specify a minimum distance between 0.3÷0.5 m between the front edge of any furniture and the edge of the carriageway or footpath ([12]; [13]).

OSSERVATORIO

Tabella 3 – *Table 3*

Fermata TC - Fattori lato marciapiede (Questa tabella è rappresentativa, ma non è esaustiva)
CT Stop - Curb-side Factors (This table is representative, but it is not exhaustive)

| Città, anno <i>City, year</i> | Accessibilità pedonale <i>Pedestrian accessibility</i> | | | | | Arredi funzionali nell'area di attesa <i>Waiting area furnishing</i> | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|--|---|-----------------------------------|--|---|---|----------------------------|------------------------------|--|----------------------------------|
| | alla fermata <i>to the stop</i> | | all'area di attesa <i>to the waiting area</i> | | | | | | | | | |
| | Ostacoli <i>Obstacles</i> | Pavimentazioni <i>Pavements</i> | Segnaletica <i>Signs</i> | Posizione e dimensione <i>Placement and size</i> | Posizionamento <i>Location</i> | Sedia a Ruote <i>Wheelchair</i> | Pensole - Presenza <i>Bus shelter - Presence</i> | Pensole - Configurazione ed orientamento <i>Bus shelter - Configuration and orientation</i> | Panchine <i>Benches</i> | Rastrelliere <i>Racks</i> | Cestini porta rifiuti <i>Garbage cans</i> | Illuminazione <i>Lighting</i> |
| Città metropolitane <i>Metropolitan cities</i> | | | | | | | | | | | | |
| Bologna, 2009 [12] | 1,00 | | | | | | E | | | | | X |
| Palermo, 2013 [13] | 1,00 | X | | | X | X | E | | | | | |
| Roma, 2015 [14] | | | | | | | | | | | | |
| Comuni fino a 250.000 abitanti <i>Municipalities with up to 250,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | |
| Taranto, 2002 [15] | | | | | | | | | | | | |
| Reggio Emilia, 2012 [16] | | | | | | | | | | | | X |
| Ravenna, 2016 [17] | 1,00÷1,50 | | | | | | E | | | | | |
| Brescia, 2018 [18] | 1,50 | | | | | | X | | | | | |
| Comuni fino a 150.000 abitanti <i>Municipalities with up to 150,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | |
| Vicenza, 1999 [19] | 1,00 | | | | | | E | | | | | X |
| Latina, 2005 [20] | | | | | X | X | E | | | | | X |
| Comuni fino a 100.000 abitanti <i>Municipalities with up to 100,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | |
| Como, 2001 [21] | | X | | | | | | | | | | X |
| Carpi, 2009 [22] | | | | | | | | | | | | |
| Legnano, 2013 [23] | | X | | | | | | | | | | X |
| Varese, 2013 [24] | 1,50 | | | | | | E | | | | | |
| Lucca, 2017 [25] | | | | | | | | | | | | |
| Cremona, 2018 [26] | | | | | | | | | | | | |
| Comuni fino a 50.000 abitanti <i>Municipalities with up to 50,000 inhabitants</i> | | | | | | | | | | | | |
| Paderno Dugnano, 2003 [27] | | | | | | | | | | | | |
| Castelfranco Veneto, 2012 [28] | | X | | | X | X | E | X | X | | | X |

X = include quel fattore; E = esterno al percorso pedonale. Questa tabella è rappresentativa, ma non è esaustiva.
X = includes that factor; E = outside the pedestrian path. This table is representative, but it is not exhaustive.

lità, il comfort e la sicurezza dei pedoni in accesso alla fermata, *i.e.* i fattori lato marciapiede.

Dalla Tab. 3, emergono poche informazioni.

- Di fianco alla fermata, gran parte dei RV prescrive che il marciapiede debba essere privo di ostacoli per una larghezza minima di 1,00m tra l'ingombro verticale dell'ostacolo ed il bordo esterno del percorso verso la carreggiata. Inoltre, questa prescrizione si estende per una lunghezza pari a tutta la fermata. I RV di Bologna e Palermo specificano anche una distanza minima compresa fra 0,3÷0,5m tra il filo frontale di eventuali arredi ed il bordo carreggiata o marciapiede ([12]; [13]).
- La quasi totalità dei RV prescrive un arredo di fermata (*i.e.*, pensilina) esterno al transito pedonale per non creare interferenze fra pedoni in transito e passeggeri in attesa. In caso di impossibilità, i RV fanno riferimento a quanto riportato nel punto precedente.
- In alcuni RV, viene specificato che le fermate devono essere facilmente accessibili, riconoscibili e ben illuminate. Ad esempio, nei RV di Bologna, Palermo e Varese viene specificato che la fermata deve essere riconoscibile mediante area per la salita e discesa dei passeggeri e palina di fermata munita di bacheca orari ([12]; [13]; [24]).

Nonostante sia stato fatto un notevole sforzo per inserire degli standard relativi a caratteristiche e spazi minimi per il TC, le informazioni contenute nelle Tabb. 1, 2 e 3 evidenziano carenze di alcuni elementi che potrebbero arricchire i RV di nuove specifiche.

A parte la necessaria classifica funzionale delle strade adibite al transito dei veicoli di TC, non vengono forniti standard tecnici su quando inserire una corsia riservata che vada oltre il mero spazio a disposizione. Solo il RV di Roma prescrive il ricorso alle corsie riservate laddove la frequenza di passaggio dei mezzi è superiore ai 25÷30 veicoli-ora ([14]). Allo stesso tempo, tutti i RV dovrebbero includere una classifica delle corsie preferenziali e specificare forme di priorità per i mezzi di TC nei pressi delle intersezioni.

La quasi totalità dei RV focalizza l'attenzione sul posizionamento longitudinale e ortogonale della fermata e stabilisce specifici standard che non vanno oltre gli articoli 151 e 352 del DPR 495/1992 ([4]). Tuttavia, non vengono forniti standard tecnici su quando utilizzare uno specifico posizionamento (*e.g.*, quando è conveniente realizzare un golfo di fermata? Quanto dovrebbe essere l'altezza del cordolo del marciapiede alla fermata?) Questa assenza di specifiche potrebbe essere attribuita ai soggetti incaricati della redazione dei RV (professionisti e/o AP) che potrebbero avere una conoscenza del TC poco approfondita e, pertanto, potrebbero demandare alle normative, ove possibile, oppure sorvolare sull'argomento. Comunque, le normative sono abbastanza generiche e non ricche di tali dettagli. Se è vero che in particolari ambiti del tessuto urbano consolidato – in particolare nei

• *Almost all RRs require stop furniture (*i.e.*, shelter) outside the pedestrian path in order not to create interference between passing-through pedestrians and waiting passengers. In case of impossibility, the RRs refer to what is reported in the previous point.*

• *In some RRs, it is specified that the stops must be easily accessible, recognisable and well lit. For example, in the RRs of Bologna, Palermo and Varese it is specified that the stop must be recognisable by means of an area for boarding and alighting passengers and a stop sign equipped with a timetable ([12]; [13]; [24]).*

Although a considerable effort has been made to insert standards relating to characteristics and minimum spaces for CT, the information contained in Tabs. 1, 2 and 3 highlights deficiencies in some elements that could enrich the RRs with new specifications.

Apart from the necessary functional classification of the roads used for the transit of CT vehicles, no technical standards are provided on when to introduce a reserved lane that goes beyond the mere space availability. Only the RRs of Rome prescribe the use of dedicated lanes where the transit frequency of vehicles is greater than 25÷30 vehicles-hour ([14]). At the same time, all RRs should include a ranking of fast lanes and specify forms of priority for CT vehicles near intersections.

*Almost all RRs focus their attention on the longitudinal and orthogonal positioning of the stop and establish specific standards that do not go beyond articles 151 and 352 of Presidential Decree 495/1992 ([4]). However, no technical standards are provided on when to use a specific placement (*e.g.*, when is it convenient to build a bus bay? How high should the footpath curb at the stop be?) This lack of specifications could be attributed to the persons in charge of drafting the RRs (professionals and/or PAs) possibly with a poor knowledge of CT and, therefore, could delegate to regulations, where possible, or gloss over the subject. However, the regulations are quite general and scarce in such details. If it is true that in particular areas of the consolidated urban fabric - in particular in historic centres - many technical specifications can be difficult to apply, it is equally true that the specification of some technical standards would help to improve the use of the element in question to different road users, especially the VRU.*

*In the RRs of large cities such as Bologna [12] and Rome ([14]) the possibility of extending the stop and in particular the waiting area is prescribed, where there may be bus queuing outside the stop. However, the lengths of the waiting area are specified instead of the number of additional areas. Additionally, numerous elements are neglected in almost all RRs such as *e.g.*, the positioning and vertical dimensions of the stop pole as well as the visibility conditions during boarding and alighting the vehicle, the characteristics of the vehicle in relation to overall dimensions when stopped and at the intersection, the driveways near the stop. However, their inclusion in RRs would help improve the manoeuvrability of vehicles near the stop.*

centri storici – molte specifiche tecniche possono essere di difficile applicazione, è altrettanto vero che la specificazione di alcuni standard tecnici aiuterebbe a migliorare la fruizione dell'elemento in oggetto ai diversi utenti della strada, in particolare a quelli deboli.

Nei RV di grandi città come Bologna ([12]) e Roma ([14]) viene prescritta la possibilità di allungare la fermata ed in particolare l'area di attesa, laddove si possano verificare incolonnamenti di bus fuori fermata. Tuttavia, vengono specificate le lunghezze dell'area di attesa anziché il numero delle aree aggiuntive. Inoltre, in quasi tutti i RV vengono trascurati numerosi elementi quali *e.g.*, il posizionamento e le dimensioni verticali della palina di fermata nonché le condizioni di visibilità durante le operazioni di salita/discesa sul/dal mezzo, le caratteristiche del veicolo relativamente ad ingombri in fermata ed in intersezione, gli accessi carrabili in prossimità della fermata. Tuttavia, la loro inclusione nei RV aiuterebbe a migliorare la manovrabilità dei veicoli nei pressi della fermata.

Eccezion fatta per Castelfranco Veneto ([28]), vengono trascurati molti dei fattori lato marciapiede, tranne lo spazio minimo del percorso pedonale, l'attraversamento pedonale nei pressi della fermata e l'illuminazione della fermata, sebbene in questo ultimo caso non siano riportate specifiche norme di riferimento. Allo stesso tempo, in analogia ai punti precedenti, non sono raccomandati specifici standard per preferire una tipologia di arredo rispetto ad un'altra (*e.g.*, quando installare una pensilina? Solo il RV di Varese dà specifiche raccomandazioni per il capolinea [24]). Tuttavia, includere le specifiche di ulteriori elementi (*e.g.*, spazio libero nell'area attesa per i passeggeri muniti di sedia a ruote) migliorerebbe il comfort e la sicurezza per tutti i passeggeri in attesa.

3. Linee guida per infrastrutture stradali e spazi di fermata per il trasporto collettivo su gomma nel regolamento viario in ambito urbano

In accordo con gli obiettivi dichiarati, la nota si pone come linea guida per i tecnici delle AP ed i professionisti del settore chiamati a redigere la parte specifica sul TC nel RV, fornendo una raccolta sistematica ed il più possibile completa di raccomandazioni e di standard tecnici relativi a diversi aspetti che dovrebbero essere ricompresi in tale sezione.

Si conduce una analisi a tre livelli come illustrato nella Fig. 1. In particolare, al primo livello si inquadra la componente del TC nell'ambito del RV e vengono identificate leggi, normative, regolamenti e decreti – di seguito norme – che definiscono le caratteristiche infrastrutturali e funzionali dello spazio stradale idoneo al transito dei veicoli del TC. Al secondo livello si forniscono standard specifici per la via di corsa identificata e precedentemente classificata. Al terzo livello si analizza la fermata secondo un approccio olistico (vale a dire sia con riferimento ai fattori lato strada, riguardanti la manovrabilità del veicolo, sia dei fattori lato marciapiede, inerenti alla

*With the exception of Castelfranco Veneto ([28]), many of the footpath-side factors are neglected, except for the minimum space of the pedestrian path, the pedestrian crossing near the stop and the lighting of the stop, although in the latter case no specific reference rules are given. At the same time, similarly to the previous points, specific standards are not recommended for preferring one type of furniture to another (*e.g.*, when should a shelter be installed? Only the RRs of Varese give specific recommendations for the headstop [24]). However, including the specifications of additional elements (*e.g.*, free space in the waiting area for wheelchair passengers) would improve comfort and safety for all waiting passengers.*

3. Guidelines for road infrastructure and stop areas for collective road transport in the urban regulation

In accordance with the stated objectives, the note is a guideline for the technicians of the PA and professionals of the sector in charge of the development of the specific part on CT in the RRs. The note provides a systematic and as complete as possible collection of recommendations and technical standards related to various aspects that should be included in this section.

*A three-level analysis is conducted as illustrated in Fig. 1. In particular, the first level includes the component of CT in the context of the RRs and identifies laws, regulations, rules and decrees - hereinafter standards - which define the infrastructural and functional characteristics of the road space suitable for the transit of CT vehicles. At the second level, specific standards are provided for the transport way identified and previously classified. At the third level, stopping is analysed according to a holistic approach (*i.e.* both with reference to road-side factors, concerning the manoeuvrability of the vehicle, and footpath-side factors, relating to accessibility, comfort and safety of users) and some standards are recommended. Furthermore, Fig. 1 indicates the reference paragraph and the main topics addressed for each level.*

3.1. Road infrastructure suitable for CT in the RRs

Legislative Decree (LD) 285/1992 (and subsequent amendments and integrations) and Ministerial Decree 6792/2001 identify the type of roads on which circulation of buses is allowed ([2], [3]). Tab. 4 shows the assignment of the traffic categories allowed for the different types of urban road; for some of them, further distinction, permitted by Legislative Decree 285/1992, was added between the main road and the service road in order to authorise traffic functions, on the same platform, for vehicles belonging to categories that are not compatible with each other ([2]). Tab. 4 illustrates that the bus traffic component is allowed in all types of roads, with the exception of local pedestrian or parking type roads.

Furthermore, the circulation of buses is allowed both in the ordinary lane and in the fast lanes. In this regard, the use of fast lanes and/or reserved roadways is suggested in

OSSERVATORIO

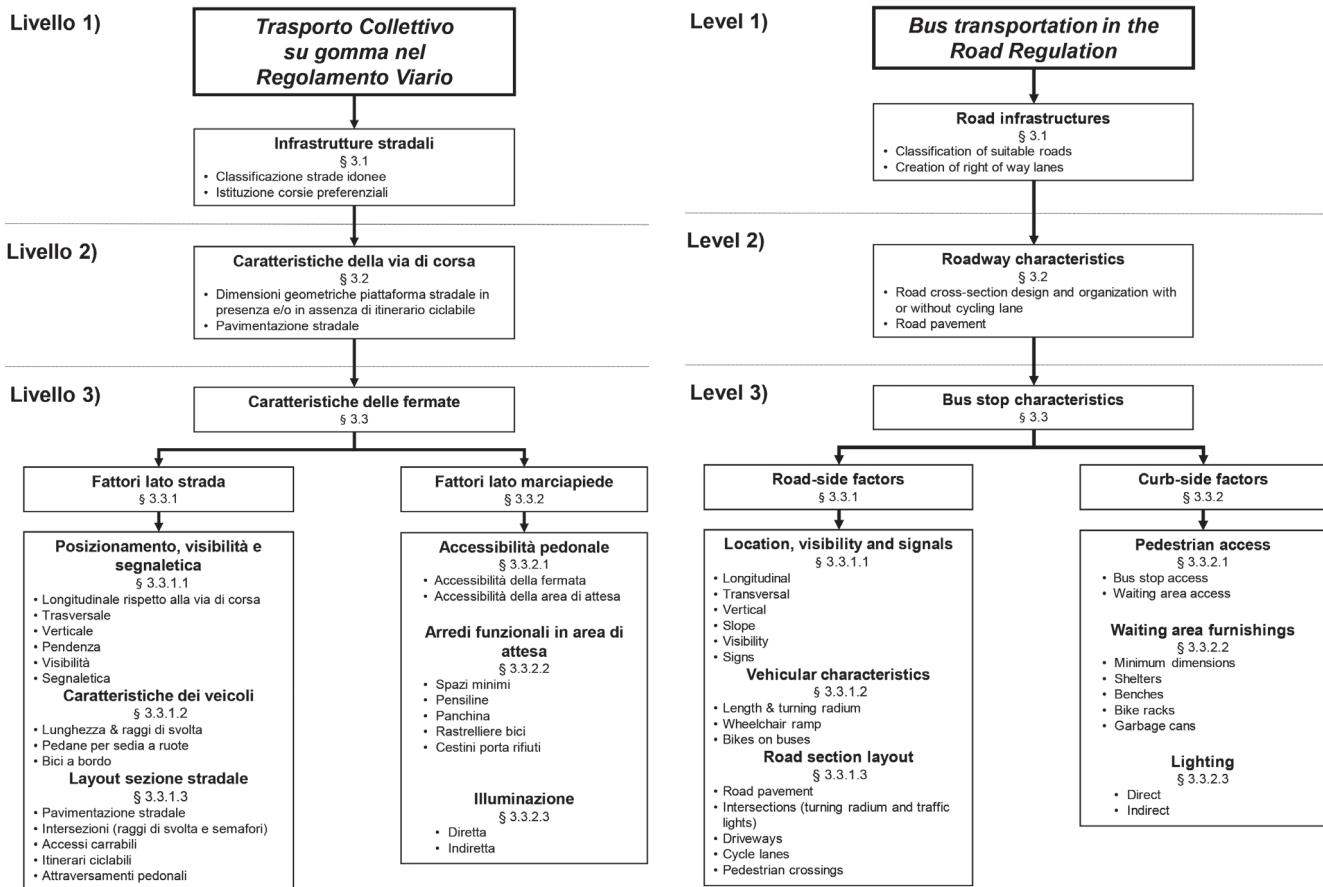


Figura 1 - Schema a blocchi dell'analisi proposta.

Figure 1 - Block diagram of the proposed analysis.

accessibilità, comfort e alla sicurezza degli utenti) e si raccomandano alcuni standard. Inoltre, per ogni livello, nella Fig. 1 sono stati indicati il paragrafo di riferimento e i principali argomenti affrontati.

3.1. Infrastrutture stradali idonee al TC nel RV

Il Decreto Legislativo (DL) 285/1992 (e s.m.i.) e il DM 6792/2001 individuano la tipologia delle strade sulle quali è ammessa la circolazione dei bus ([2], [3]). La Tab. 4 riporta l'assegnazione delle categorie di traffico ammesse per i diversi tipi di strada urbana; per alcuni di essi è stata inserita l'ulteriore distinzione, consentita dal DL 285/1992, tra strada principale e strada di servizio per poter autorizzare, sulla stessa piattaforma, funzioni di traffico per veicoli appartenenti a categorie non compatibili tra loro ([2]). Dalla Tab. 4, si nota come in tutte le tipologie di strade è ammessa la componente di traffico bus, ad eccezione delle strade locali di tipo pedonale o parcheggio.

Inoltre, la circolazione dei bus è ammessa sia in corsia ordinaria e sia in corsia preferenziale. A tal proposito, viene suggerito l'uso di corsie preferenziali e/o sedi stradali riservate in particolari condizioni ([1]). A meno che

particular conditions ([1]). Unless the study area is closed to other traffic components (e.g., individual motorised vehicle), fast lanes should be recommended when about 25÷30 buses/hour in each travel direction on the specific road, such as to guarantee a transport capacity between 2000÷4000 pass/h, much higher than that of individual vehicles alone. The use of fast lanes and/or reserved lanes is also necessary to improve safety at the stop, effectively eliminating the continuous overtaking of individual motorised traffic at the bus stop. Consequently, RRs should invoke these standards.

In general, the creation of fast lanes can take place by means of horizontal signs on the road paving or physical barriers in order to create dedicated lanes¹⁰. Fast lanes can

¹⁰ The separation between CT and individual transport can be done by creating bus ways. These are dedicated spaces, consisting of at least two lanes, for the exclusive use of buses. Within them, the buses can pass freely or can be guided by mechanical, magnetic and optical guided systems (e.g., [30]). The presence of bus routes in Italy is practically absent, in Europe it is very limited (e.g., Essen in Germany, Leeds in the United Kingdom), while it is more widespread in some overseas countries, especially in South America, because the adoption of a metro system would be too costly for these countries with developing economies (e.g., [31]).

OSSERVATORIO

l'area di studio non sia preclusa ad altre componenti di traffico (e.g., veicolo individuale motorizzato), le corsie preferenziali dovrebbero essere raccomandate quando sulla strada in questione transitano circa 25÷30 bus/ora per senso di marcia, tali da garantire una capacità di trasporto compresa fra 2000÷4000 pass/h, decisamente superiore a quella dei soli mezzi individuali. Il ricorso a corsie preferenziali e/o sedi riservate si rende necessario anche per migliorare la sicurezza in corrispondenza della fermata, eliminando di fatto i continui sorpassi del traffico motorizzato individuale, al bus in fermata. Di conseguenza, i RV dovrebbero richiamare questi standard.

In generale, la creazione di corsie preferenziali può avvenire mediante segnaletica orizzontale sulla pavimentazione stradale o barriere fisiche in modo da realizzare delle corsie dedicate¹⁰. Le corsie preferenziali possono essere classificate in funzione (i) del livello di protezione crescente e/o (ii) del senso di percorrenza.

Con riferimento ad (i), la corsia (o sede) preferenziale può essere distinta in: 1) riservata; 2) protetta; 3) propria¹¹. Con riferimento a (ii), le corsie riservate e quelle protette possono essere distinte in concordi o contromano. Il RV dovrebbe precisare che la corsia riservata e/o protetta del tipo concorde andrebbe creata lungo le strade dove è maggiormente presente la congestione e soprattutto nei pressi delle intersezioni, per non ritardare ulteriormente il mezzo di TC.

¹⁰ La separazione tra TC e trasporto individuale può avvenire realizzando bus vie. Esse sono degli spazi dedicati, costituiti da almeno due corsie, ad uso esclusivo dei bus. All'interno di essi, i bus possono transitare liberamente o possono essere guidati mediante sistemi a guida meccanica, magnetica ed ottica (e.g., [30]). La presenza delle bus vie in Italia è praticamente assente, in Europa è molto limitata (e.g., Essen in Germania, Leeds nel Regno Unito), mentre è più diffusa in alcuni paesi d'oltremare, specialmente nel Sud America, perché l'adozione di sistemi a guida vincolata risulterebbe troppo costosa per questi paesi con economia in via di sviluppo (e.g., [31]).

¹¹ Secondo l'art. 3, comma 1 del DL 285/1992, si definisce corsia riservata "una corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di una o solo alcune categorie di veicoli" ([2]). In questa nota, fatta salva la definizione del DL 285/1992 ([2]), la corsia riservata ammette il transito di alcune categorie di veicoli, ma non è fisicamente separata dal resto della corrente veicolare. La corsia protetta consente di avere un buon grado di separazione fra il trasporto individuale e quello collettivo mediante la realizzazione di elementi fisici quali cordoli da realizzarsi in accordo agli art. 140, e/o 154.

Tabella 4 – Table 4

Categorie di traffico ammesse e spazi da assegnare ai mezzi TC in ambito urbano (Elaborazione da [1], [3] e [29])

Permitted traffic categories and spaces to be assigned to CT vehicles in urban areas (Processing by [1], [3] and [29])

| Classe funzionale <i>Functional class</i> | Denominazione <i>Classification</i> | Bus <i>Bus</i> | Spazi per bus <i>Spaces for buses</i> |
|---|--|----------------------------|---|
| A - Autostrada Urbana <i>A - Urban Motorway</i> | Strada principale <i>Main road</i> | <input type="checkbox"/> | Corsia ordinaria <i>Ordinary lane</i> |
| | Strada di servizio (eventuale) <i>Service road (if any)</i> | <input type="checkbox"/> | Corsia ordinaria, Corsia preferenziale <i>Ordinary lane, Priority lane</i> |
| D - Urbana di scorrimento <i>D - Urban Motorway</i> | Strada principale <i>Main road</i> | <input type="checkbox"/> | Corsia ordinaria <i>Ordinary lane</i> |
| | Strada di servizio (eventuale) <i>Service road (if any)</i> | <input type="checkbox"/> | Corsia ordinaria, Corsia preferenziale <i>Ordinary lane, Priority lane</i> |
| E - Urbana di quartiere <i>E - Neighbourhood urban</i> | | <input type="checkbox"/> | Corsia ordinaria, Corsia preferenziale <i>Ordinary lane, Priority lane</i> |
| F - Locale <i>F - Local</i> | | * <input type="checkbox"/> | Corsia ordinaria, Corsia preferenziale <i>Ordinary lane, Priority lane</i> |

= categoria ammessa;
* = su strade locali classificate come pedonali e/o parcheggio non è ammessa la circolazione.
 = permitted category;
* = traffic is not allowed on local roads classified as pedestrian and/or parking.

be classified according to (i) the increasing level of protection and/or (ii) the direction of travel.

With reference to (i), the fast lane (or bus lane) can be divided into: 1) reserved; 2) protected; 3) dedicated¹¹. With reference to (ii), the reserved and protected lanes can be distinguished in with flow or counter flow. The RRs should specify that the reserved and/or protected lane of the with-flow type should be created along the roads where there is more congestion and especially near intersections, in order not to further delay the CT vehicle.

The adoption of the dedicated and/or protected lane of the counter flow type could be prescribed to reduce the length of the bus itinerary and provide privileged access to numerous traffic attractors (e.g. offices, schools). In this way, the bus could avoid following the normal route imposed on private vehicle traffic, guaranteeing better service performance, more convenient access times and methods

¹¹ According to Art. 3, paragraph 1 of Legislative Decree 285/1992, a dedicated lane is defined as "a lane intended for the exclusive circulation of one or only certain categories of vehicles" ([2]). In this note, without prejudice to the definition of Legislative Decree 285/1992 ([2]), the reserved lane allows the transit of certain categories of vehicles, but is not physically separated from the rest of the vehicular flow. The protected lane allows a good degree of separation between individual and collective transport through the creation of physical elements such as curbs to be built in accordance with Art. 140, and/or 154 and/or 178 of Presidential Decree 495/1992 ([4]). The right of way represents the infrastructure dedicated to the operation of the CT vehicle (e.g., the railway track with proprietary operation process).

L'adozione della corsia riservata e/o protetta del tipo contromano potrebbe essere prescritta per diminuire la lunghezza dell'itinerario del bus e fornire un accesso privilegiato a numerosi poli attrattori di traffico (e.g., uffici, scuole). In tal modo, si eviterebbe al bus di seguire il normale itinerario imposto al traffico veicolare privato, garantendo migliori performance del servizio, tempi e modalità di accesso più convenienti per l'utenza. Inoltre, in accordo con quanto presente in nord Europa (e.g., Danimarca, Olanda), la corsia contromano andrebbe prescritta per garantire maggiori condizioni di sicurezza e moderare la velocità del traffico veicolare in ingresso, soprattutto in corrispondenza delle intersezioni (e.g., [32]; [33]). Parimenti, in accordo con [1], nella definizione della rete preferenziale va posta particolare attenzione all'adozione dei sensi unici di marcia per evitare di allungare eccessivamente la fascia di influenza delle linee del TC. Una distanza non superiore ai 100m fra sensi unici è fortemente raccomandata e particolare cautela è richiesta per l'uso del contromano.

Infine, i RV dovrebbero richiamare all'uso di sistemi di controllo continuo (e.g., telecamere) e di associati sistemi di sanzionamento permanenti per scoraggiare l'uso delle corsie preferenziali ad altre categorie di veicoli non autorizzati (e.g., [31]).

3.2. Caratteristiche della via di corsa

Nella Tab. 5 vengono riportati alcuni standard minimi previsti per la piattaforma, per ciascuna classe funzionale delle strade urbane e per le eventuali strade di servizio, secondo il DM 6792/2001 ([3]).

La larghezza (o modulo¹²) della corsia sulle strade dove è ammessa la circolazione dei bus dovrebbe essere non inferiore ai 3,50m, perché la larghezza massima del veicolo (specchietti compresi) è di circa 3,20m. In accordo con i RV di Bologna ([12]), Reggio Emilia ([16]), Ravenna ([17]) e

for users. Furthermore, in accordance with what is present in Northern Europe (e.g., Denmark, Holland), the counter flow lane should be prescribed to ensure greater safety conditions and moderate the speed of incoming vehicular traffic, especially at intersections (e.g., [32]; [33]. Likewise, in accordance with [1], particular attention must be paid to the adoption of one-way traffic in defining the preferential network, to avoid excessively lengthening the range of influ-

Tabella 5 – Table 5

Dimensioni minime e composizione della piattaforma stradale su strade urbane (Elaborata da [3] e [29])

*Minimum dimensions and composition of the road platform on urban roads
(Processed by [3] and [29])*

| Classe funzionale <i>Functional class</i> | Denominazione <i>Classification</i> | Modulo corsia [m] <i>Lane width [m]</i> | Larghezza min. spartitraffico [m] <i>Traffic island min. width [m]</i> | Larghezza min. banchina in sinistra [m] <i>Min. width of the left roadside [m]</i> | Larghezza min. banchina in destra [m] <i>Min. width of the right roadside [m]</i> | Larghezza min. marciapiede [m] <i>Min. footpath width [m]</i> |
|--|--|--|---|---|--|--|
| A - Autostrada Urbana <i>A - Urban Highway</i> | Strada principale <i>Main road (if any)</i> | 3,75 | 1,80 | 0,70 | 2,50 □ | |
| | Strada di servizio (eventuale) <i>Main road</i> | 3,50 □□ | | 0,50 | 0,50 | 1,50 |
| D - Urbana di scorrimento <i>D - Distributor urban road</i> | Strada principale <i>Main road</i> | 3,25 □ | 1,80 | 0,50 | 1,00 | 1,50 |
| | Strada di servizio (eventuale) <i>Service road (if any)</i> | 2,75 □ | | 0,50 | 0,50 | 1,50 |
| E - Urbana di quartiere <i>E - Neighbourhood urban</i> | | 3,00 □□ | | | 0,50 | 1,50 |
| F- Locale <i>F- Local</i> | | 2,75 □ | | | 0,50 | 1,50 |

□ = 3,50m per una corsia per senso di marcia, se strada percorsa da bus.

□ = nel caso di strada a senso unico con una sola corsia, la larghezza complessiva della corsia più le banchine deve essere non inferiore a 5,50m, incrementando la corsia sino ad un massimo di 3,75m e riportando la differenza sulla banchina in destra.

□□ = in assenza di corsia di emergenza.

□ = 3.50 m for one lane in each direction of travel, if the road is travelled by bus.

□ = in the case of a one-way street with only one lane, the overall width of the lane plus the platforms must be no less than 5.50 m, increasing the lane up to a maximum of 3.75 m and placing the difference on the platform on the right.

□□ = in the absence of an emergency lane.

¹² Secondo il comma 1 dell'art. 140 del DPR 495/1992, il modulo della corsia è la distanza tra gli assi delle strisce longitudinali della segnaletica orizzontale che delimitano la corsia ([4]).

Brescia ([18]), nel caso in cui sulla stessa corsia preferenziale siano ammessi ciclisti, la larghezza minima della corsia preferenziale dovrà essere pari a 4,00m in assenza di protezione o pari a 4,50m nel caso di protezione dalle altre correnti veicolari. Inoltre, in accordo con il RV di Reggio Emilia ([16]) e le linee guida svizzere ([34]), è bene prescrivere che la parte più a destra della corsia preferenziale dovrebbe essere libera da qualunque disturbo al transito delle biciclette (e.g., chiusini, caditoie).

Poiché i bus hanno la necessità di fermarsi frequentemente per consentire la salita e la discesa dei passeggeri, essi viaggiano solitamente nella corsia più a destra e quindi più vicini al ciglio del marciapiede. Pertanto, le corsie di marcia (ordinarie e/o preferenziali) vanno ubicate di norma fianco marciapiede, soprattutto laddove non esistono ampi spazi per la protezione delle operazioni di salita e di discesa dei passeggeri dai mezzi, così da operare in condizioni di massima sicurezza. Su strade a più carreggiate, le corsie di marcia vanno collocate su quelle laterali, come prescritto dal DM 6792/2001 ([3]). Inoltre, secondo il BU 178/1995, la pavimentazione delle corsie preferenziali andrebbe realizzata per quantità di traffico e qualità del sottofondo ([8]).

3.3. Caratteristiche delle fermate

Secondo il DM 6792/2001 ([3]), nella Tab. 6 vengono indicate le condizioni che regolano la possibilità di fermata dei mezzi collettivi sulle strade urbane che ne ammettono la circolazione e viene specificato come dovrebbe essere organizzata.

La fermata dovrebbe essere realizzata sempre all'esterno della carreggiata (punto 3.4.8. del DM 6792/2001 - [3]). Tuttavia, nei centri urbani in presenza e/o assenza di sosta e/o su corsia preferenziale, la fermata può essere ammessa anche in carreggiata ed attrezzata in accordo con l'art. 352 del DPR 495/1992 ([4]). Per quanto riguarda il traffico pedonale, laddove non è escluso, va organizzato su marciapiede, che deve essere protetto nel caso di strade urbane di scorrimento.

Comunque, quanto riportato in Tab. 6 non è sufficiente a stabilire specifici standard tecnici per la fermata, ma è bene riferirsi sia ai fattori interni alla sede stradale (fattori lato strada) e sia a quelli esterni ad essa (fattori lato marciapiede) in accordo con [1], [35], [36].

3.3.1. Fattori lato strada

I fattori lato strada interessano la manovrabilità dei bus in fermata. Essi riguardano il posizionamento della fermata, le caratteristiche dei veicoli del TC che impegnano la fermata ed il layout della sezione stradale nei pressi della fermata. Di questi fattori saranno forniti alcuni standard tecnici utili ad implementare la sezione TC del RV.

ence of CT lines. A distance of no more than 100 m between one-way streets is strongly recommended and particular caution is required for travelling counter flow.

Finally, RRs should call for the use of continuous monitoring systems (e.g., cameras) and associated permanent sanction systems to discourage the use of fast lanes to other categories of unauthorised vehicles (e.g., [31]).

3.2. Roadway characteristics

Tab. 5 shows some minimum standards envisaged for the platform, for each functional class of urban roads and for any service roads, according to Ministerial Decree 6792/2001 ([3]).

The width (or module¹²) of the lane on roads where bus circulation is allowed should be no less than 3.50 m, because the maximum width of the vehicle (including mirrors) is approximately 3.20 m. In agreement with the RRs of Bologna ([12]), Reggio Emilia ([16]), Ravenna ([17]) and Brescia ([18]), in the event that cyclists are allowed on the same fast lane, the minimum width of the fast lane must be equal to 4.00 m in the absence of protection or equal to 4.50 m in the case of protection from other vehicular currents. Furthermore, in accordance with the Reggio Emilia RRs ([16]) and the Swiss guidelines ([34]), it is good to prescribe that the rightmost part of the fast lane should be free from any obstacle to the transit of bicycles (e.g., manhole covers, storm drains).

Since buses need to stop frequently to allow passengers to board and alight, they usually travel in the rightmost lane and therefore closer to the curb. Therefore, the traffic lanes (ordinary and/or fast) should normally be located alongside the footpath, especially where there are no large spaces for the protection of passengers boarding and alighting the vehicles, so as to operate in conditions of maximum safety. On roads with several carriageways, the traffic lanes must be placed on the side ones, as prescribed by Ministerial Decree 6792/2001 ([3]). Furthermore, according to BU 178/1995, the paving of the fast lanes should be made based on the amount of traffic and the quality of the base ([8]).

3.3. Bus stop characteristics

According to Ministerial Decree 6792/2001 ([3]), Tab. 6 indicates the conditions that regulate the possibility for CT vehicles to stop on urban roads, on which CT circulation is allowed, and specifies how the stop should be organised.

The stop should always be placed outside the carriageway (point 3.4.8. of Ministerial Decree 6792/2001 - [3]).

¹² According to paragraph 1 of Art. 140 of Presidential Decree 495/1992, the module of the lane is the distance between the axes of the longitudinal strips of the horizontal signs that delimit the lane ([4]).

Regolazione mezzi pubblici e del traffico pedonale su strade urbane Public transport and pedestrian traffic rules on urban roads

| Classe funzionale <i>Functional class</i> | Denominazione <i>Classification</i> | Regolazione dei mezzi pubblici <i>Public transport rules</i> | Regolazione del traffico pedonale <i>Pedestrian traffic rules</i> | Larghezza min. marciapiede [m] <i>Min. footpath width [m]</i> |
|--|--|---|--|---|
| A - Autostrada Urbana <i>A - Urban Motorway</i> | Strada principale <i>Main road (if any)</i> | Fermata esclusa <i>Stop excluded</i> | Escluso <i>Excluded</i> | - |
| | Strada di servizio (eventuale) <i>Main road</i> | Piazzole di fermata o eventuale corsia preferenziale <i>Stopping areas or fast lane if any</i> | Su marciapiede protetto <i>On protected footpath</i> | 1,50 |
| D - Urbana di scorrimento <i>D - Urban expressway</i> | Strada principale <i>Main road</i> | Corsia preferenziale e/o fermate organizzate <i>Priority lane and/or organised stops</i> | Su marciapiede protetto <i>On protected footpath</i> | 1,50 |
| | Strada di servizio (eventuale) <i>Service road (if any)</i> | Piazzole di fermata <i>Stopping areas</i> | Su marciapiede <i>On footpath</i> | |
| E - Urbana di quartiere <i>E - Neighbourhood urban</i> | | Piazzole di fermata o eventuale corsia preferenziale <i>Stopping areas or priority lane if any</i> | Su marciapiede <i>On footpath</i> | 1,50 |
| F- Locale <i>F- Local</i> | | Piazzole di fermata <i>Stopping areas</i> | Su marciapiede <i>On footpath</i> | 1,50 |

Elaborata da [3] e [29]. Ulteriori esempi di organizzazione della piattaforma stradale in presenza di transito di mezzi pubblici e traffico pedonale sono contenuti nel capitolo 3.6 di [3] e nel seguito della trattazione.

Processed by [3] and [29]. Further examples of organisation of the road platform in the presence of transit of public transport and pedestrian traffic are contained in chapter 3.6 of [3] and in the rest of the dissertation.

3.3.1.1. Posizionamento e visibilità della fermata e segnaletica

Il posizionamento della fermata è il primo elemento da considerare e la scelta più appropriata deve tener conto dei seguenti fattori: e.g., ambiente stradale¹³, itinerario del bus e di altre linee in transito; geometria della intersezione, manovre di attraversamento e di svolta nei pressi dell'intersezione; accessibilità pedonale; presenza di corsia

Tabella 6 – Table 6

However, in urban centres in the presence and/or absence of a stop and/or on a fast lane, the stop can also be allowed on the carriageway and equipped in accordance with Art. 352 of Presidential Decree 495/1992 ([4]). As regards pedestrian traffic, where it is not excluded, it must be organised on the footpath, which must be protected in the case of urban expressways.

However, what is reported in Tab. 6 is not sufficient to establish specific technical standards for stops, but it is good to refer both to factors internal to the roadway (road-side factors) and to those external to it (footpath-side factors) in accordance with [1], [35], [36].

3.3.1. Road-side factor

Road-side factors affect the manoeuvrability at the bus stop. They concern the positioning of the stop, the characteristics of CT vehicles that engage the stop and the layout of the road section near the stop. Some technical standards useful to implement the CT section of the RRs will be provided of these factors.

3.3.1.1. Positioning and visibility of the stop and sign

The positioning of the stop is the first element to consider and the most appropriate choice must take into account the following factors: e.g., road environment¹³, route of the bus and other lines in transit; geometry of the intersection, crossing and turning manoeuvres near the intersection; pedestrian accessibility; presence of fast lane; obstacles along the way (e.g., trees, poles, driveways); traffic regulation devices.

Generally, a distinction is made between longitudinal and orthogonal positioning to the direction of travel of the vehicle and vertical positioning of the stop pole on the adjacent footpath.

With reference to longitudinal positioning (see Fig. 2), a distinction is made between three stopping schemes: (i) far

¹³ Nel posizionamento della fermata si reputa importante prendere in considerazione anche la classe funzionale della strada, la velocità operativa dei veicoli transitanti su tale strada e anche l'azzonamento urbanistico.

¹³ When positioning the stop, it is also considered important to take into consideration the functional class of the road, the operating speed of the vehicles passing on this road and also the urban zoning.

OSSERVATORIO

preferenziale; ostacoli lungo la via (e.g., alberi, pali, strade private); dispositivi di regolamentazione del traffico.

In genere, si distingue fra posizionamento longitudinale e ortogonale alla marcia del veicolo e posizionamento verticale della palina di fermata sul marciapiede adiacente.

Con riferimento al posizionamento longitudinale (v. Fig. 2), si distingue fra tre schemi di fermata: (i) dopo l'intersezione; (ii) prima della intersezione; (iii) tra intersezioni o isolati consecutivi (e.g., [32], [35], [36], [37]). Tali configurazioni possono essere proposte in base alla presenza di coordinamento semaforico, qualità dell'accessibilità pedonale, flussi di traffico e spazi necessari ai veicoli nell'accostamento alle fermate ([35]).

Gli schemi (i) ed (ii) sono previsti dall'art. 352 del DPR 495/1992 che prescrive anche le distanze minime dalla intersezione di 20 m e 10 m, rispettivamente per il tipo (i) ed il tipo (ii) ([4]). La configurazione (iii) è invece uno standard *de facto* in uso presso numerose aziende di TC italiane e, come tale, dovrebbe essere richiamata nel RV. Comunque, il posizionamento (iii) può essere ricondotto al tipo (i) avanzando la area di fermata ben oltre il limite minimo imposto dall'art. 352 del DPR 495/1992 ([4]).

La Tab. 7 sintetizza vantaggi e svantaggi legati al posizionamento longitudinale della fermata, utili per il professionista ad individuare la soluzione di miglior compromesso per il sito prescelto.

In un dato momento possono presentarsi in fermata più mezzi. Pertanto, occorrerà prevedere un numero aggiuntivo di aree di attesa, per evitare un accumulo mezzi fuori fermata (e.g., [35]; [36], [38]). Il numero delle aree di attesa è funzione della frequenza e del tempo di fermata dei mezzi per consentire le operazioni di salita/discesa dei passeggeri. Ad esempio, in Tab. 8, si evince che se il bus si ferma mediamente 30 secondi e nell'ora di punta si prevede l'arrivo di 60 bus, occorrono due aree di attesa. Tale indicazione risulta essere in accordo anche con le li-

side bus stop; (ii) near side bus stop; (iii) mid blocks or consecutive blocks (e.g., [32], [35], [36], [37]). These configurations can be proposed based on the presence of traffic light coordination, quality of pedestrian accessibility, traffic flows and spaces necessary for vehicles approaching stops ([35]).

Diagrams (i) and (ii) are provided for by Art. 352 of Presidential Decree 495/1992 that also prescribes the minimum distances from the intersection of 20 m and 10 m, respectively for type (i) and type (ii) ([4]). Configuration (iii) is instead a de facto standard in use by many Italian CT companies and, therefore, should be referred to in the RRs. However, positioning (iii) can be traced back to type (i) by bringing forward the stopping area well beyond the minimum limit imposed by Art. 352 of Presidential Decree 495/1992 ([4]).

Tab. 7 summarises the advantages and disadvantages related to the longitudinal positioning of the stop, useful for the professional to identify the best compromise solution for the chosen site.

At a given moment, several vehicles can show up at the stop. Therefore, it will be necessary to provide for an additional number of waiting areas, to avoid an accumulation of vehicles outside the stop (e.g., [35]; [36], [38]). The number of waiting areas is a function of the frequency and stop time of the vehicles to allow boarding and alighting of passengers. For example, in Tab. 8, we can see that if the bus stops on average 30 seconds and 60 buses are expected to arrive during the rush hour, two waiting areas are required. This indication is also in accordance with the English guidelines, which show that the standard dimensions of a stop can be sufficient for a frequency of 15 buses/h but not for a frequency of 45 buses/h, so the area needs expanding ([39]). However, there is a minimal probability of exceeding the capacity of the waiting area. These indications should be recalled in the RRs.

Longitudinal positioning allows identifying a stop with respect to the direction of travel of the vehicle. However, longitudinal identification alone is not sufficient to establish the overall layout of the stop. Therefore, it is also necessary to refer to the orthogonal positioning of the stop with respect to the direction of travel. In this case, the stopping patterns must be differentiated according to whether the stop is located off or on the carriageway and whether parking is allowed or not. Tab. 9 summarises the main stopping patterns.

The stop along the road is a type of stop identified by Art. 151 of Presidential Decree 495/1992 [4]. The minimum dimensions are shown in Fig. 3, where L represents the length of the longest CT vehicle that makes 2 m longer stop. The horizontal signs that identify the stop are yellow; the striping is 0.12 m wide. Fig. 2 is self-explanatory. No particular conditions of applicability are usually required for this type of stop.

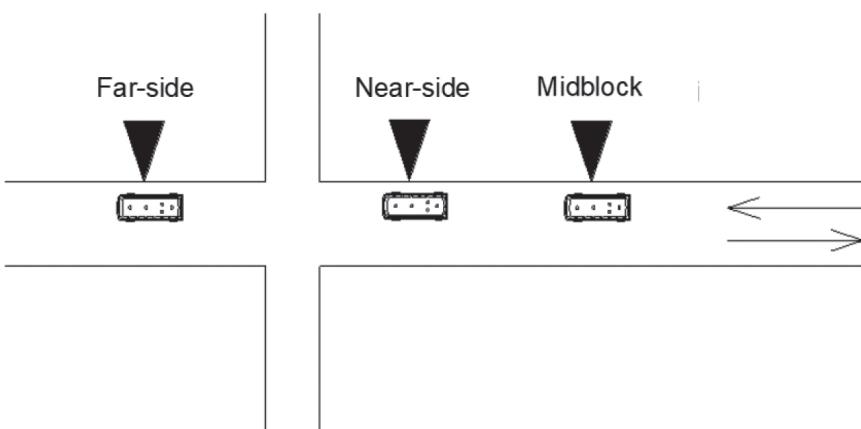


Figura 2 - Schemi tipo di posizionamento longitudinale di una fermata.

Figure 2 - Typical longitudinal positioning diagrams of a stop.

OSSERVATORIO

Tabella 7 – Table 7

Vantaggi e svantaggi del posizionamento longitudinale delle fermate (Elaborata da [36] e [37])
Advantages and disadvantages of the longitudinal positioning of the stops (Processed by [36] and [37])

| Posizionamento longitudinale <i>Longitudinal positioning</i> | Vantaggi <i>Advantages</i> | Svantaggi <i>Disadvantages</i> |
|--|--|---|
| Dopo l'intersezione <i>Far Side Bus Stop</i> | <ul style="list-style-type: none"> Minimizza i conflitti fra i veicoli che svoltano a destra ed i bus Fornisce capacità aggiuntiva per le manovre di svolta a destra rendendo disponibile tale corsia Minimizza i problemi di visibilità nei pressi dell'intersezione Incoraggia i pedoni ad attraversare la strada dietro al bus Si può usare l'intersezione per decelerare Può creare dei gap nel traffico alle intersezioni semaforizzate <i>It minimises conflicts between right-turning vehicles and buses</i> <i>It provides additional capacity for right turning manoeuvres by making this lane available</i> <i>It minimises visibility problems near the intersection</i> <i>It encourages pedestrians to cross the street behind the bus</i> <i>The intersection can be used to slow down</i> <i>It can create gaps in traffic at traffic light intersections</i> | <ul style="list-style-type: none"> Può saturare le intersezioni a causa della presenza contemporanea di più bus Può generare code di traffico all'intersezione quando il bus è fermo in una corsia di marcia Può limitare la visibilità ai veicoli ed ai pedoni in attraversamento Può causare un nuovo arresto del bus, già fermo all'intersezione semaforizzata Può favorire i tamponamenti tra veicoli privati e bus, soprattutto quando i veicoli erano già fermi al semaforo <i>It can saturate intersections due to the simultaneous presence of several buses</i> <i>It can generate traffic queues at the intersection when the bus has stopped in a lane</i> <i>It can limit the visibility to vehicles and pedestrians crossing</i> <i>It can cause a new stop of the bus, already stopped at the traffic light intersection</i> <i>It can encourage rear-end collisions between private vehicles and buses, especially when vehicles have already stopped at traffic lights</i> <i>It increases right turn conflicts</i> <i>It can obstruct vertical signs to vehicles and pedestrians when the bus has stopped</i> <i>It can block the crossing lane due to queued buses</i> <i>It increases the sight distance for pedestrians when crossing</i> |
| Prima dell'intersezione <i>Near Side Bus Stop</i> | <ul style="list-style-type: none"> Elimina la potenzialità di doppia fermata (i.e., prima dell'intersezione per luce rossa di un eventuale semaforo e dopo per far salire/scendere i passeggeri) Minimizza le interferenze, quando il traffico è sostenuto dopo l'intersezione Consente ai passeggeri di accedere ai bus nei pressi dell'attraversamento pedonale e di poter salire e/o scendere dal mezzo quando esso è fermo al semaforo <i>It eliminates the double stop potential (i.e., before the red light intersection of a possible traffic light and after to pick up/drop off passengers)</i> <i>It minimises interference, when traffic is heavy after the intersection</i> <i>It allows passengers to access buses near the pedestrian crossing and to get on and/or off the vehicle when it has stopped at the traffic lights</i> | <ul style="list-style-type: none"> Aumenta i conflitti di svolta a destra Può oscurare la segnaletica verticale ai veicoli e pedoni, quando il bus è fermo Può bloccare la corsia di attraversamento a causa di bus accodati Incrementa la distanza di visibilità per i pedoni in fase di attraversamento <i>It increases right-turn conflicts</i> <i>It can obscure vertical signage to vehicles and pedestrians when the bus stops</i> <i>It can block the crossing lane due to queued buses</i> <i>It increases visibility for pedestrians while crossing</i> |
| Tra intersezioni o isolati <i>Mid-Block</i> | <ul style="list-style-type: none"> Minimizza problematiche di visibilità per i veicoli e per i pedoni Può ridurre la congestione pedonale delle aree d'attesa <i>It minimises visibility issues for vehicles and pedestrians</i> <i>It can reduce pedestrian congestion in waiting areas</i> | <ul style="list-style-type: none"> Richiede più spazio da vietare alla sosta dei veicoli Può favorire i passeggeri ad attraversare in aree non appositamente attrezzate Aumenta la distanza pedonale per coloro che attraversano all'intersezione <i>Less space can be allowed to vehicle side parking</i> <i>It can lead passengers to cross at not-equipped areas</i> <i>It increases the walking distance for those crossing at the intersection</i> |

OSSERVATORIO

nee guida inglesi, in cui si evince che le dimensioni standard di una fermata possono bastare per una frequenza di 15 bus/h ma non per una frequenza di 45 bus/h, per cui è necessario ampliare l'area ([39]). Comunque, esiste una probabilità minima di superare la capacità dell'area di attesa. Queste indicazioni dovrebbero essere richiamate nel RV.

Il posizionamento longitudinale consente di identificare una fermata rispetto alla direzione di marcia del veicolo. Tuttavia, la sola identificazione longitudinale non è sufficiente a stabilire il layout complessivo della fermata. Pertanto, occorre riferirsi anche al posizionamento ortogonale della fermata rispetto al senso di marcia. In questo caso, gli schemi di fermata vanno differenziati a seconda che la fermata sia ubicata fuori o in carreggiata e che sia consentita o meno la sosta. Nella Tab. 9, sono riepilogati i principali schemi di fermata.

La fermata lungo strada è un tipo di fermata individuato dall'151 del DPR 495/1992 ([4]). Le dimensioni minime sono riportate nella Fig. 3, dove L rappresenta la lunghezza del veicolo di TC più lungo che effettua la fermata maggiorata di 2m. La segnaletica orizzontale che identifica la fermata è gialla; le strisce sono larghe 0,12m. La Fig. 3 è auto esplicativa. Solitamente non vengono richieste particolari condizioni di applicabilità per questo tipo di fermata.

Tuttavia, la lunghezza della fermata può variare soprattutto nei pressi di una intersezione (Fig. 4).

Pertanto, possono essere suggerite alcune configurazioni adattate agli artt. 151 e 352 del DPR 495/1992 ([4]), che rendono possibile la applicazione per tutte le collocazioni longitudinali (e.g., [34]; [35], [36], [40], [41]).

Il molo di fermata è una estensione del marciapiede che interrompe la fila degli stalli di sosta longitudinali alla strada. Le dimensioni minime sono riportate nella Fig. 5, dove per L valgono le stesse definizioni della fermata lungo strada. La Fig. 5 è auto esplicativa. È da rilevare che tale configurazione rappresenta un elemento di moderazione del traffico, in una strada a singola carreggiata a due corsie con doppio senso di marcia (e.g., [34]; [41]; [42]).

Tali fermate operano similmente a quelle lato strada: i bus rimangono nella corsia di marcia normale, anziché inserirsi nell'area posizionata nella zona di parcheggio.

Tabella 8 – Table 8

Numero delle aree di attesa (Elaborata e adattata al contesto italiano da [36] e [38])

Number of waiting areas (Developed and adapted to the Italian context by [36] and [38])

| Frequenza [bus/h] Frequency [bus/h] | Tempo di fermata del bus [s] Bus stop time [s] | | | | |
|--|---|----|----|----|----|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 45 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 60 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |

Tabella 9 – Table 9

Schemi tipo di posizionamento ortogonale di una fermata
Typical orthogonal positioning patterns of a stop

| Posizionamento Ortogonal Positioning | Sosta vietata ai veicoli Parking prohibited for vehicles | Sosta consentita ai veicoli Parking allowed for vehicles |
|--|---|---|
| In carreggiata On the road | Lungo strada Kerb side | Molo Full-width boarder |
| Fuori Carreggiata Off the carriageway | Golfo Bus bay | – |

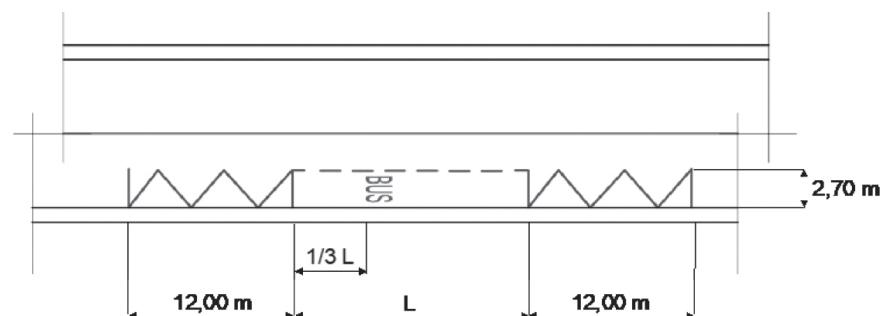


Figura 3 - Schema tipo di fermata lungo strada.

Figure 3 - Typical scheme of kerbside stop.

However, the length of the stop can vary especially near an intersection (Fig. 4).

Therefore, some configurations may be suggested to be adapted from Articles 151 and 352 of Presidential Decree 495/1992 ([4]), that allow application for all longitudinal positioning (e.g., [34]; [35], [36], [40], [41]).

The full-width boarder is an extension of the footpath that interrupts the longitudinal parking stalls on the road. The minimum dimensions are shown in Fig. 5, where the same definitions apply for L as for the stop along the road. Fig. 5 is self-explanatory. It should be noted that this configuration represents a traffic moderation element, in a single carriageway with two lanes with two-way traffic (e.g., [34]; [41]; [42]).

These stops operate similarly to those on the roadside:

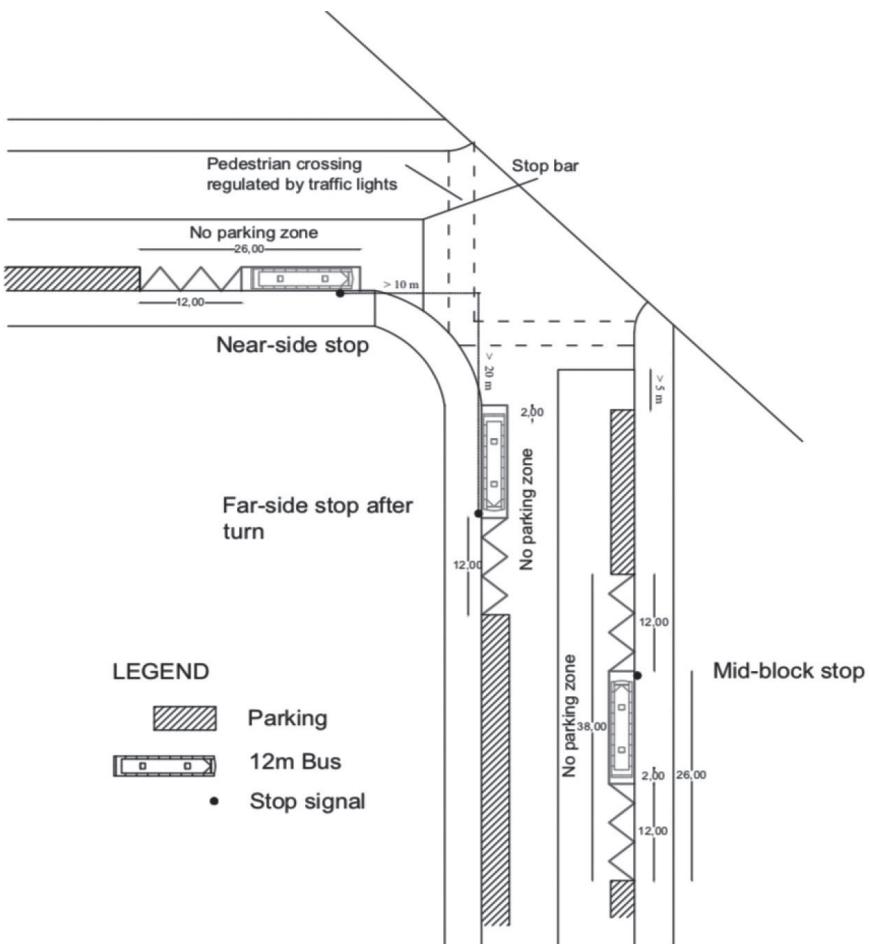


Figura 4 - Standard tipo di fermata lungo strada nei pressi di una intersezione.
Figure 4 - Standard type of stop along the road near an intersection.

Tuttavia, generano parcheggi aggiuntivi rispetto alle tipiche fermate lungo strada. Se correttamente progettati, i moli offrono spazio aggiuntivo per collocare arredi funzionali ed evitano conflitti fra pedoni in transito e passeggeri in attesa.

In genere, nel RV dovrebbe essere prescritto l'uso dei moli in quei luoghi caratterizzati da: (i) basse velocità di percorrenza e/o bassi volumi di traffico; (ii) frequente attività pedonale ed affollamento eccessivo sui marciapiedi; (iii) necessità di ridurre l'eventuale attraversamento pedonale.

Il golfo di fermata è uno spazio appositamente realizzato all'esterno della carreggiata ed è quindi separato dalle corsie di marcia dei veicoli. Rispetto agli schemi precedenti, quello a golfo è migliore dal punto di vista della sicurezza, perché consente al traffico veicolare di poter fluire liberamente senza interruzioni causate dal mezzo fermo. Il golfo di fermata è previsto dall'art. 352 del DPR 495/1992 ([4]). In ambito urbano, laddove applicabile, possono essere suggerite le dimensioni minime riportate nella Fig. 6. Fatta salva la definizione di L, A è

buses remain in the normal lane instead of entering the area located in the parking area. However, they generate additional parking than typical roadside stops. When properly designed, the full-width boarder offer additional space to place functional furniture and avoid conflicts between passing pedestrians and waiting passengers.

In general, the use of full-width boarder should be prescribed in the RRs in those places characterised by: (i) low travel speeds and/or low volumes of traffic; (ii) frequent pedestrian activity and excessive crowding on the footpaths; (iii) need to reduce any pedestrian crossing.

The bus bay is a space specially created outside the carriageway and is therefore separated from the vehicle lanes. Compared to the previous schemes, the bus bay is better from the point of view of safety, because it allows vehicular traffic to flow freely without interruptions caused by stationary vehicles. The bus bay is introduced by the Art. 352 of Presidential Decree 495/1992 ([4]). In urban areas, where applicable, the minimum dimensions indicated in Fig. 6 be suggested. Without prejudice to the definition of L, A is the length of the entrance and exit junctions from the waiting area and is a function of the type of vehicle in transit and of the speed. For example, in the Varese RRs, A = 15 m or A = 20 m depending on whether the maximum length of the vehicle stopped is respectively less than or equal to 12 m or greater ([24]).

In addition to specifying the minimum measurements and the mere availability of space, RRs should recommend the use of bus bay in the following conditions:

- at the terminus (if physically applicable);
- vehicular flow within 250÷800 vehicles/h in the lane adjacent to the footpath¹⁴;
- transit frequency > 10 bus/h;
- passenger flow > 20÷40 boarded/h;
- bus stop time > 30 s;
- repeated accidents between vehicles and/or pedestrians at the stop;
- route characteristics (e.g., speed bumps, bends) prevent vehicles behind the bus stopping safely;

¹⁴ Especially in an urban environment, the testimonies of numerous Italian CT operators advise against the use of full-width boarders when traffic volumes are > 800 vehicles/h/dir. In fact, in these cases, drivers use the full-width boarder very rarely, because heavy traffic makes it extremely difficult to re-enter the mainstream.

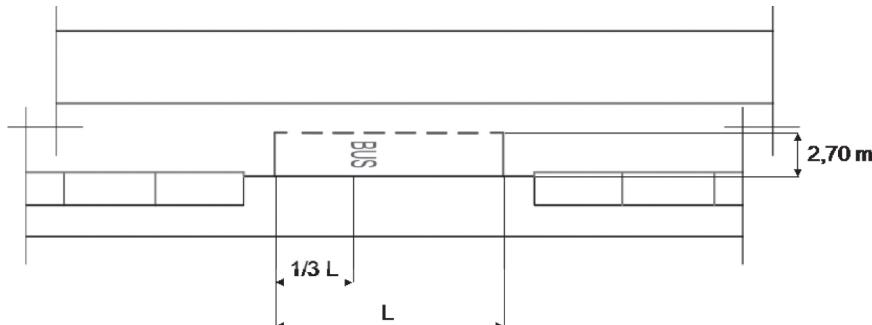


Figura 5 - Schema tipo di molo di fermata.
Figure 5 - Type of diagram for full-width boarder.

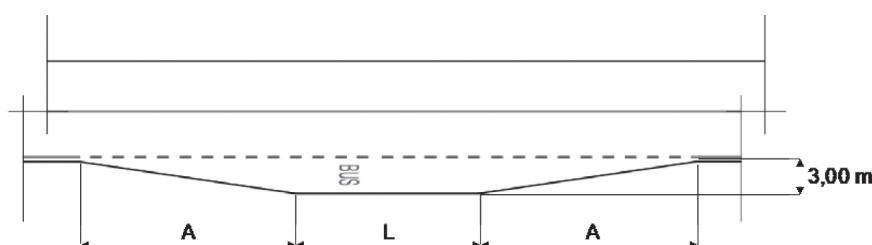


Figura 6 - Schema tipo di golfo di fermata in area urbana.
Figure 6 - Typical scheme of a bus bay in urban area.

la lunghezza dei raccordi di ingresso e di uscita dall'area di attesa ed è funzione del tipo di veicolo in transito e della velocità. Ad esempio, nel RV di Varese, $A = 15\text{m}$ o $A = 20\text{m}$ a seconda che la lunghezza massima del veicolo in fermata sia rispettivamente minore o uguale a 12m o superiore ([24]).

Oltre a specificare le misure minime e la mera disponibilità di spazio, i RV dovrebbero raccomandare l'uso di golfi di fermata nelle seguenti condizioni:

- al capolinea (se fisicamente applicabile);
- flusso veicolare entro $250 \div 800$ vei/h nella corsia di marcia adiacente al marciapiede¹⁴;
- frequenza di passaggio > 10 bus/h;
- flusso dei passeggeri $> 20 \div 40$ saliti/h;
- tempo di fermata del bus $> 30\text{s}$;
- incidenti ripetuti fra veicoli e/o pedoni in fermata;
- caratteristiche di tracciato (e.g., dossi, curve) impediscono un arresto sicuro dei veicoli dietro al bus;
- riqualificazione della sezione stradale.

¹⁴ Soprattutto in ambiente urbano, le testimonianze di numerosi gestori di TC italiani sconsigliano l'impiego di golfi di fermata quando i volumi di traffico sono > 800 vei/h/dir. Infatti, in questi casi, i conducenti usano il golfo molto raramente, perché il traffico sostenuto rende estremamente difficile la manovra di reinserimento nella corrente principale.

- redevelopment of the road section.

Generally, a bus bay should be placed after a traffic light intersection, so that the traffic light can generate gaps in traffic to facilitate entering the main traffic flow. Instead, a full-width boarder placed before the intersection should be avoided both due to conflicts with turning vehicles and because the bus could obstruct the visibility of the vertical signs. The mid-block solution can be convenient near accesses to business and/or school and/or shopping and/or health centres served by a large number of CT vehicles. Fully filled bus bay or partial build-out bus bay represent some alternatives to the conventional bus bay. Both can be suggested with a stop after the intersection (e.g., [34]; [35]; [36]; [40]; [41]).

Tab. 10 summarises the advantages and disadvantages related to orthogonal positioning of the stop, useful for identifying the best compromise solution for the chosen site, in addition to the urban areas recommended for the location of these types of stops.

The vertical positioning identifies the "height" of the stop. The RRs should specify: (i) the longitudinal slope of the carriageway on which to make the stop; (ii) the height of the footpath at the stop; (iii) the positioning of the stop pole.

The longitudinal slope depends on considerations related to the orography of the site. Usually the maximum slope that can be overcome for a 12 m bus is between $6 \div 10\%$. However, it is good to suggest lower slopes. Additionally, especially in residential areas, the positioning of stops on an uphill slope should be avoided, since the noise of the vehicle, produced by the internal combustion engine when starting, could cause excessive acoustic discomfort both for passengers at stops and for residents in the surrounding area of the stop itself. Furthermore, the arrangement of the uphill stops should be avoided, if "winter" conditions prevail on the site (snow, ice, etc.).

For full and efficient operation in all conditions, the footpath should be between $0.15 \text{ m} \div 0.25 \text{ m}$ high¹⁵. The

¹⁵ It should be noted that Ministerial Decree 6792/2001 provides for a maximum height of 0.15 m for the footpaths of type E and F roads. The previously proposed values, higher than this limit, however, are not to be considered in contrast with this requirement, because they relate only to the portion of the artefact located at the stop, which must be connected to the remaining development of the footpath by means of inclined ramps with adequate longitudinal slope, in any case not exceeding 6% . Additionally, UK guidelines recommend a maximum curb height of 0.14 m to ensure adequate height difference between bus and curb. Furthermore, they suggest the use of "special curbs" at the stops, to obtain optimal vertical alignment and facilitate the approaching manoeuvre at the stop ([39]).

OSSERVATORIO

In genere, un golfo di fermata dovrebbe essere posizionato dopo un'intersezione semaforizzata, così che il semaforo possa generare dei *gap* nel traffico per favorire l'immissione nella corrente principale. Invece, dovrebbe essere evitato un posizionamento prima dell'intersezione sia a causa dei conflitti con i veicoli in svolta e sia perché il bus potrebbe ostruire la visibilità della segnaletica verticale. Un posizionamento del tipo tra intersezioni può essere conveniente nei pressi di accessi ai centri direzionali e/o scolastici e/o commerciali e/o sanitari serviti da un numero elevato di mezzi di TC. Alcune varianti del golfo

Swiss Guidelines proposed a particularly effective solution, which suggests the construction of a footpath with a special 0,22 m high edge. This solution, combined with the kneeling of the CT vehicles, allows access from the ground level. When the creation of the special edge is not possible, a footpath with a 0.16 m edge can be used as a fallback solution, which allows using a mobile ramp for wheelchairs, placed in position by the service personnel, with a slope not exceeding 18% ([34]).

If the footpath is too high, some types of buses would be forced to approach, negatively affecting the operation of

Tabella 10 – Table 10

Vantaggi e svantaggi per il posizionamento ortogonale delle fermate
Advantages and disadvantages for orthogonal positioning of the stops

| Posizionamento Ortogonale <i>Orthogonal positioning</i> | Vantaggi <i>Advantages</i> | Svantaggi <i>Disadvantages</i> | Applicazione consigliata in ambito urbano <i>Recommended application in urban areas</i> |
|---|--|--|---|
| Lungo strada <i>Along the road</i> | <ul style="list-style-type: none"> È apprezzata dai conducenti Risulta di minimo ritardo al mezzo È facile da progettare Non è costosa da installare È facile da riposizionare <i>It is popular with drivers</i> <i>It is of minimal delay to the vehicle</i> <i>It is easy to design</i> <i>It is not expensive to install</i> <i>It is easy to reposition</i> | <ul style="list-style-type: none"> Può causare congestione dietro al bus Può portare i conducenti di veicoli privati a sorpassare il bus fermo soprattutto su strade a una corsia per senso <i>It can cause congestion behind the bus</i> <i>It can lead to drivers of private vehicles overtaking the stopped bus especially on one-lane roads in each direction</i> | <ul style="list-style-type: none"> Strade urbane di classe E Strade urbane di classe F Interzonali (*) <i>E-class urban roads</i> <i>Interzonal F-class urban roads</i> (*) |
| Molo di fermata <i>Full-width boarder</i> | <ul style="list-style-type: none"> È molto apprezzata dai conducenti Limita il numero dei parcheggi da eliminare per creare la fermata Riduce la distanza di attraversamento per i pedoni Garantisce un'area aggiuntiva per la attesa Risulta di minimo ritardo per il bus <i>It is popular with drivers</i> <i>It limits the number of parking spaces to be eliminated to create the stop</i> <i>It reduces the crossing distance for pedestrians</i> <i>It provides an additional waiting area</i> <i>It is of minimal delay for the bus</i> | <ul style="list-style-type: none"> È più costosa da realizzare della precedente <i>It is more expensive to make than the previous one</i> | <ul style="list-style-type: none"> Strade urbane di classe E Strade urbane di classe F Interzonali (*) <i>E-class urban roads</i> <i>Interzonal F-class urban roads</i> (*) |
| Golfo di fermata <i>Bus bay</i> | <ul style="list-style-type: none"> Consente ai passeggeri di salire e scendere al di fuori della corsia di marcia Fornisce un'area protetta al di fuori della carreggiata per bus e passeggeri Minimizza il ritardo per il traffico di attraversamento <i>It allows passengers to get on and off outside the lane</i> <i>It provides a protected area off the carriageway for buses and passengers</i> <i>It minimises the delay for crossing traffic</i> | <ul style="list-style-type: none"> Può creare problematiche per la immissione del bus in corsia ordinaria È costosa da installare confrontata alla tipologia precedente È difficoltoso e costoso un suo riposizionamento <i>It can create problems for the entry of the bus in the ordinary lane</i> <i>It is expensive to install compared to the previous type</i> <i>Its repositioning is difficult and expensive</i> | <ul style="list-style-type: none"> Strade urbane di classe D Strade urbane di classe E <i>D-class urban roads</i> <i>E-class urban roads</i> |

(*) In accordo con l'introduzione di classi funzionali intermedie nella sezione "Criteri generali di progettazione" in [1] e con i requisiti definiti da [3], riportati in Tab. 4, Tab. 5 e Tab. 6. Elaborata da [36] e [37].

(*) In accordance with the introduction of intermediate functional classes in the section "General design criteria" in [1] and with the requirements defined by [3], reported in Tab. 4, Tab. 5 and Tab. 6. Developed by [36] and [37].

OSSERVATORIO

di fermata sono rappresentate dal golfo aperto o parzialmente aperto. Entrambi possono essere suggeriti con fermata dopo l'intersezione (e.g., [34]; [35]; [36]; [40]; [41]).

La Tab. 10 sintetizza vantaggi e svantaggi legati al posizionamento ortogonale della fermata, utili ad individuare la soluzione di miglior compromesso per il sito prescelto, oltre agli ambiti urbani consigliati per la localizzazione di tali tipologie di fermate.

Il posizionamento verticale identifica la "quota" della fermata. Nel RV si dovrebbero specificare: (i) la pendenza longitudinale della carreggiata su cui realizzare la fermata; (ii) l'altezza del marciapiede in fermata; (iii) il posizionamento della palina di fermata.

La pendenza longitudinale dipende da considerazioni legate all'orografia del sito. Solitamente la pendenza massima superabile per un bus di 12m è compresa fra $6\div10\%$. Tuttavia, è bene suggerire pendenze inferiori. Inoltre, soprattutto in aree residenziali, si dovrebbe evitare il posizionamento delle fermate in salita, poiché il rumore del veicolo, prodotto dal motore endotermico in avvio, potrebbe provocare eccessivo discomfort acustico sia per i passeggeri in fermata sia per i residenti nell'area circostante la fermata stessa. Ancora, la disposizione delle fermate in salita dovrebbe essere evitata, se nel sito prevalgono condizioni "invernali" (neve, ghiaccio, etc.).

Per una piena ed efficiente operatività in tutte le condizioni, il marciapiede dovrebbe essere alto fra $0,15m\div0,25m^{15}$. Particolarmente efficace risulta essere la soluzione proposta dalle linee guida svizzere, che prevede la realizzazione di un marciapiede con un bordo speciale di altezza 0,22m, che, in combinazione con l'inclinazione laterale dei veicoli ("kneeling"), consente di ottenere l'accesso a livello ([34]). Quando la realizzazione del bordo speciale non è possibile, si può ricorrere, quale soluzione di ripiego, ad un marciapiede con bordo da 0,16m, che consente l'utilizzo di una rampa mobile per le sedie a ruote, messa in posizione da parte del personale di servizio, avente una pendenza comunque non superiore al 18% ([34]).

Se il marciapiede fosse troppo alto, alcuni tipi di bus sarebbero costretti ad avvicinarsi inficiando negativa-

¹⁵ È opportuno segnalare che il DM 6792/2001 prevede, per i marciapiedi delle strade di tipo E ed F, un'altezza massima pari a 0,15m. I valori precedentemente proposti, superiore a questo limite, non sono tuttavia da ritenersi in contrasto con tale prescrizione, perché relativi alla sola porzione di manufatto collocato in corrispondenza della fermata, che dovrà essere raccordato al restante sviluppo del marciapiede mediante rampe inclinate di adeguata pendenza longitudinale, comunque non superiore al 6%. Inoltre, le linee guida inglesi raccomandano un'altezza massima del marciapiede di 0,14m per garantire adeguato dislivello tra bus e marciapiede. Inoltre, suggeriscono l'utilizzo di "cordoli speciali" in corrispondenza delle fermate, per ottenere un allineamento verticale ottimale e facilitare la manovra di accostamento alla fermata ([39]).

the platform. If the footpath is too low (or absent), VRU may have difficulty getting on or off the vehicle. Furthermore, in the full-width boarder stops, the height of the full-width boarder must be linked to that of the footpath and the vehicle.

The stop sign (pole) should be placed adjacent to the side mirror of the vehicle, within a strip specifically identified and forbidden to the transit of pedestrians, to avoid possible dangerous situations. Furthermore, as shown in Fig. 7, this sign should be positioned at least 2.20 m above the footpath and at least 0.50 m \div 0.80 m¹⁶ from the edge to avoid colliding with the bus mirror (e.g., [34], [35]). Trees, buildings or other signs should not hide the stop sign. Moreover, there should be no obstacles at the stop (e.g., shelter posts, benches, baskets, poles) that could compromise the use of the bus doors ([34]).

Finally, Art. 136 of Presidential Decree 495/1992 identifies the signal for the bus stop of the suburban public transport services and prescribes that the same signal can also be used in an urban environment ([4]). However, since many CT operators use their own signals to identify the stop point, it is preferred not to recommend the same signal referred to in Art. 136 above in urban areas. Instead, according to the same article, in RRs it should be recommended that the bus stop signal includes at least the following minimum elements: (i) the indication of the lines in transit; (ii) the destination and (iii) the timetables and/or frequencies of such services.

The positioning of the stop must always be such as to ensure adequate visibility for all road users, when the bus is stopped to allow passengers to board/alight (e.g., [34], [41]). In particular, in urban areas, stops located near intersections are particularly important. (Fig. 8). Therefore, it must be verified that the stopped bus does not obstruct the minimum view, in order to guarantee safety of the manoeuvres of the vehicles approaching the intersection itself (e.g., [34]). If the visibility distances are not respected, one or more of the following measures must be adopted: adaptation (decrease) of the speed limits, displacement of the stop, and construction of the bus bay, if practicable.

3.3.1.2. Characteristics of CT vehicles

In the analysis of the elements of a stopping area it is important to define a reference vehicle that usually has the characteristics and dimensions of those that will be operating. The 12 m buses and 18 m articulated buses are the most used by Italian CT companies. Buses must be considered when dimensioning lane and platform widths, vertical and lateral spaces, dimensions and minimum turning radii. Furthermore, the encumbrance of these vehicles must be taken into account, especially at stops near intersections. In

¹⁶ *In future works, a free space may be studied according to the pedestrian service level allowed for the stop.*

OSSERVATORIO

mente il funzionamento della pedana. Se il marciapiede fosse troppo basso (o assente), le utenze deboli potrebbero avere difficoltà nel salire o scendere dal mezzo. Inoltre, nelle fermate a molo, l'altezza del molo va raccordata a quella del marciapiede e del veicolo.

Il segnale di fermata (palina) dovrebbe essere collocato adiacente allo specchietto laterale del veicolo, all'interno di una fascia appositamente individuata ed interdetta al transito dei pedoni, per evitare possibili situazioni di pericolo. Inoltre, come mostrato in Fig. 7, tale segnale dovrebbe esser posizionato ad almeno 2,20m al di sopra del marciapiede e distare almeno 0,50m÷0,80m¹⁶ dal ciglio per evitare l'urto con lo specchietto del bus (e.g., [34], [36]). Il segnale di fermata non dovrebbe essere nascosto da alberi, costruzioni o da altri cartelli. Inoltre, in fermata non dovrebbero essere presenti ostacoli (e.g., montanti della pensilina, panchine, cestini, pali) che possono compromettere l'uso delle porte del bus ([34]).

Infine, l'art. 136 del DPR 495/1992 individua il segnale per il punto fermata degli autoservizi del trasporto pubblico extraurbano e prescrive che lo stesso segnale possa esser usato anche in ambiente urbano ([4]). Tuttavia, poiché molti gestori di TC utilizzano segnali propri per identificare il punto fermata, si preferisce non raccomandare lo stesso segnale di cui al precedente art. 136 in ambito urbano. Invece, in accordo con lo stesso articolo, nei RV dovrebbe essere raccomandato che il segnale di fermata bus includa almeno i seguenti elementi minimi: (i) la indicazione delle linee in transito; (ii) la destinazione e (iii) gli orari e/o le frequenze di tali servizi.

Il posizionamento della fermata deve essere sempre tale da garantire un'adeguata visibilità a tutti gli utenti della strada, quando il bus è fermo per consentire le operazioni di salita/discesa dei passeggeri (e.g., [34]; [41]). In particolare, in ambito urbano rivestono particolare attenzione le fermate ubicate nei pressi delle intersezioni (Fig. 8). Pertanto, sarà necessario verificare che il bus fermo non ostacoli la visuale minima, al fine di garantire la sicurezza delle manovre dei veicoli che si apprestano all'intersezione stessa (e.g., [34]). Qualora le distanze di visibilità non fossero rispettate, si dovranno adottare uno o più dei seguenti provvedimenti: adeguamento (diminuzione) dei limiti di velocità, spostamento della fermata, realizzazione del golfo di fermata, se praticabile.

3.3.1.2. Caratteristiche dei veicoli di TC

Nella analisi degli elementi di un'area di fermata è importante definire un veicolo di riferimento che solitamente possiede le caratteristiche e le dimensioni di quelli che opereranno in esercizio. I bus da 12m e quelli articolati da 18m sono quelli maggiormente utilizzati dalle aziende di

this regard, Art. 61 of Legislative Decree 285/1992 prescribes that each vehicle "must be able to inscribe in a circular crown (encumbrance band) with an external radius of 12.50 m and an internal radius of 5.30 m" ([2]). Two typical configurations are shown in Figs. 9 and 10, respectively.

In the event that bicycles are allowed on board the vehicle (on special racks installed at the front and/or the rear-end of the bus), an increase in space requirement of 0.90 m÷1.00 m must be considered.

Low-floor buses are almost always equipped to accommodate passengers with disabilities. In fact, they have a platform that can slide automatically from under the loading platform or can manually rotate 180° with respect to the side of the bus and extend on the footpath for about 0.60 m÷0.90 m. Furthermore, these buses can be adjusted so that the internal height is approximately 0.15 m÷0.25 m with respect to the road level¹⁷. These standards should be recalled in the RRs.

3.3.1.3. Layout of the road section near the stop

In addition to the positioning and characteristics of the vehicles in transit, when stopped, particular attention must be paid to other essential elements to be specified in the RRs, with reference to the pavement of the carriageway, the presence of intersections, the presence of driveways, the presence of cycle paths and pedestrian crossings.

The flooring should have sufficient strength to withstand repeated bus loads of up to 12 t per axle. Stops are critical areas for pavements, especially in urban areas, since the stresses transmitted by particularly heavy vehicles and in a combined transit regime, deceleration, parking and acceleration can be excessive, leading to "rutting" phenomena (e.g., [34]; [36]; [41]). A particularly deteriorated stop could induce drivers to stop the vehicle a little far from it, making boarding and alighting more critical. Furthermore, the formation of ruts must be counteracted both because they can cause contact between the pavement and the bodywork with the risk of damage, and because any stagnant water would splash on the waiting passengers ([34]). For further information, please refer to [8] e [43].

Often stops are located near the intersections with all the technical aspects to be analysed according to Ministerial Decree (2006) ([11]). However, particular attention must be paid to the radius of curvature of the footpath kerb and to the type of adjustment of the intersection (traffic light or not). Although there is a greater exposure to risk for pedestrians who are about to cross the road, the main advantage of a correct design of the curvature radii of footpaths concerns the reduction of the number of bus/car conflicts in the most frequently used intersections: turns occur at higher speeds without invading the opposite lane(s). The RRs should specify that when designing the kerb curvature radius, the following must be taken into account, among other things:

- the characteristics of the longest vehicle crossing the intersection;

¹⁶ In lavori futuri potrà esser studiato uno spazio libero in funzione del livello di servizio pedonale ammesso per la fermata.

OSSERVATORIO

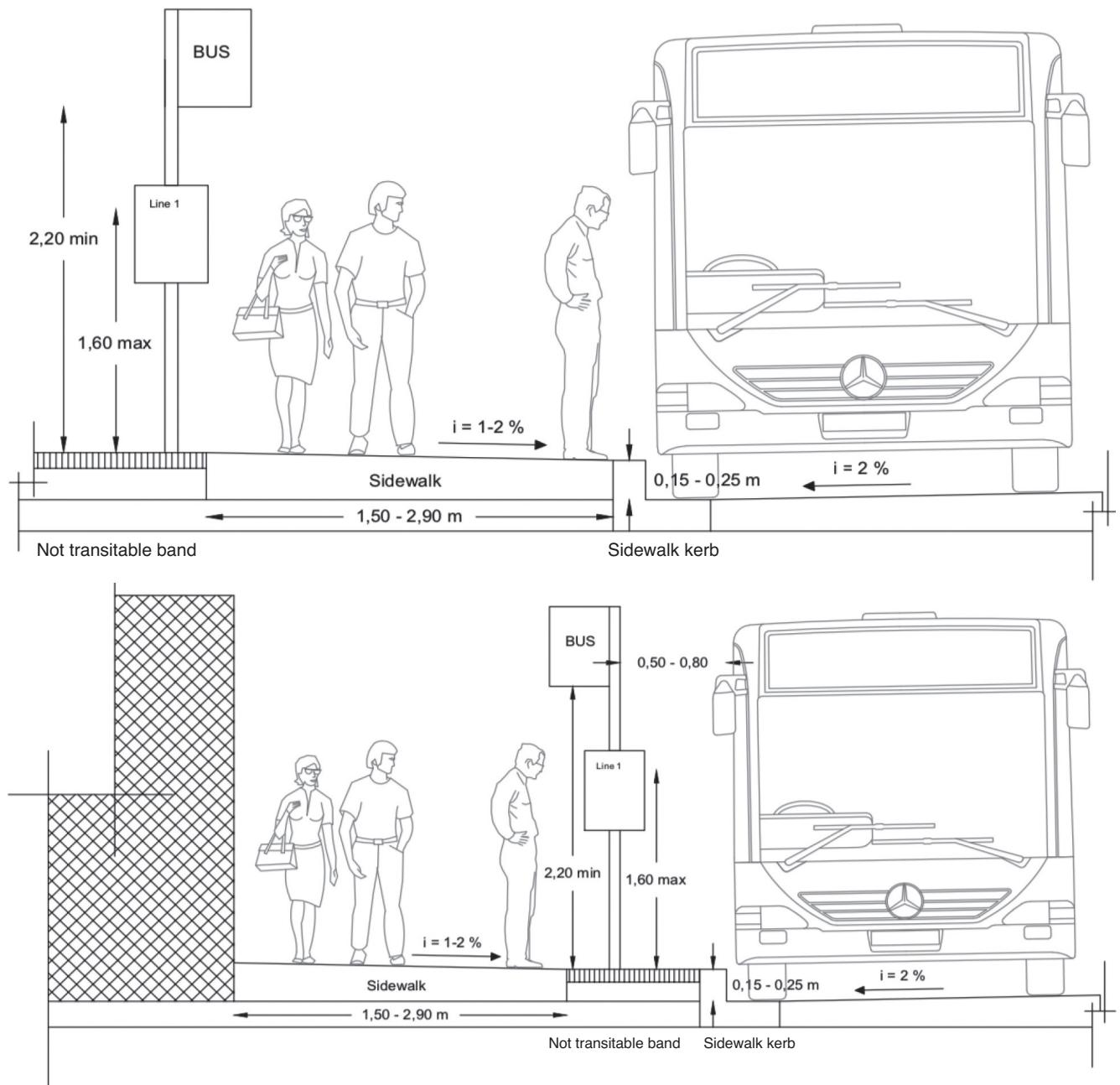


Figura 7 - Schema tipo posizionamento verticale¹⁷. Elaborata da [34] e [36].

Figure 7 - Vertical positioning type layout¹⁷. Developed by [34] and [36].

¹⁷ L'art. 81 del DPR 495/1992 prescrive l'installazione dei segnali verticali ([4]). Sebbene non si faccia specifica menzione al segnale di fermata, si possono suggerire le seguenti prescrizioni. Il sostegno verticale della palina di fermata dovrebbe essere collocato ad almeno 0,60m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina. Il bordo verticale interno del segnale di fermata dovrebbe essere ricompreso fra 0,30 m÷1,00 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina. Il segnale di fermata dovrebbe avere una altezza ricompresa fra 0,60 m÷2,20 m. Se il segnale di fermata insiste sul marciapiede o comunque su percorso pedonale, deve avere una altezza minima di 2,20 m. Nel caso di marciapiedi di larghezza tra 1,50 m÷2,00 m, è consigliabile collocare il segnale verticale di fermata in adiacenza alla proprietà privata.

¹⁷ Art. 81 of Presidential Decree 495/1992 prescribes the installation of vertical signs ([4]). Although no specific mention is made of the stop sign, the following indications can be suggested. The vertical support of the stop pole should be placed at least 0.60 m from the curb or from edge of the platform. The internal vertical edge of the stop sign should be between 0.30 m÷1.00 m from the edge of the footpath or from the outer edge of the platform. The stop sign should have a height between 0.60 m÷2.20 m. If the stop sign remains on the footpath or in any case on a pedestrian path, it must have a minimum height of 2.20 m. In the case of footpaths with a width between 1.50 m÷2.00 m, it is advisable to place the vertical stop sign adjacent to private property.

OSSERVATORIO

TC italiane. I bus devono essere considerati quando si dimensionano larghezze delle corsie e delle banchine, spazi verticali e laterali, dimensioni e raggi minimi di svolta. Inoltre, si deve tener conto dell'ingombro di questi veicoli soprattutto nelle fermate in prossimità delle intersezioni. A tale proposito, l'art. 61 del DL 285/1992 prescrive che ogni veicolo "deve potersi inscrivere in una corona circolare (fascia d'ingombro) di raggio esterno 12,50m e raggio interno 5,30m" ([2]). Due configurazioni tipo sono riportate, rispettivamente, nelle Figg. 9 e 10.

Nel caso in cui sia consentito portare le proprie biciclette a bordo del mezzo (su apposite rastrelliere in testa e/o in coda al bus) è da considerare un incremento di ingombro di $0,90m \div 1,00m$.

I bus a pianale ribassato sono attrezzati, quasi sempre, per incarrozziare passeggeri diversamente abili. Infatti, possiedono una pedana che può scorrere automaticamente da sotto il pianale oppure può ruotare manualmente di 180° rispetto al fianco del bus ed estendersi sul marciapiede per circa $0,60m \div 0,90m$. Inoltre, tali bus possono essere regolati in modo che l'altezza interna sia di circa $0,15m \div 0,25m$ rispetto al piano stradale. Questi standard dovrebbero essere richiamati nei RV.

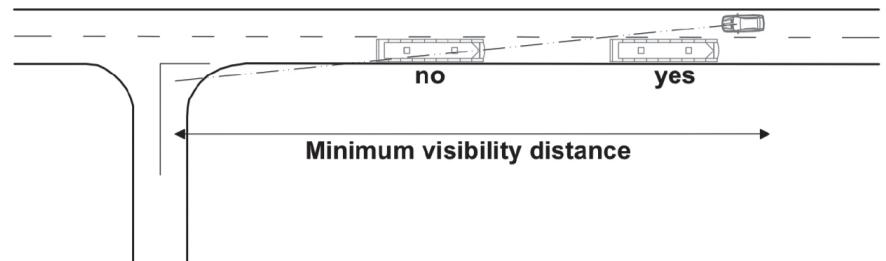


Figura 8 - Schema concettuale di visibilità nei pressi di un'intersezione.
Elaborata da [34].

Figure 8 - Conceptual scheme of the visibility distance near an intersection.
Drafted by [34].

- the width and number of lanes near the intersection;
- the possibility for the bus to occupy the other lanes;
- the presence of parking along the road;
- the travel speed;
- the pedestrian flow.

Tab. 11 shows the dimensions of the kerb-side turning radii for bus operations used in relation to the width of the carriageway entering and exiting the intersection¹⁸.

¹⁸ By hypothesis, a very slight lane invasion is assumed by the bus in the opposite traffic lanes during the turning manoeuvre.

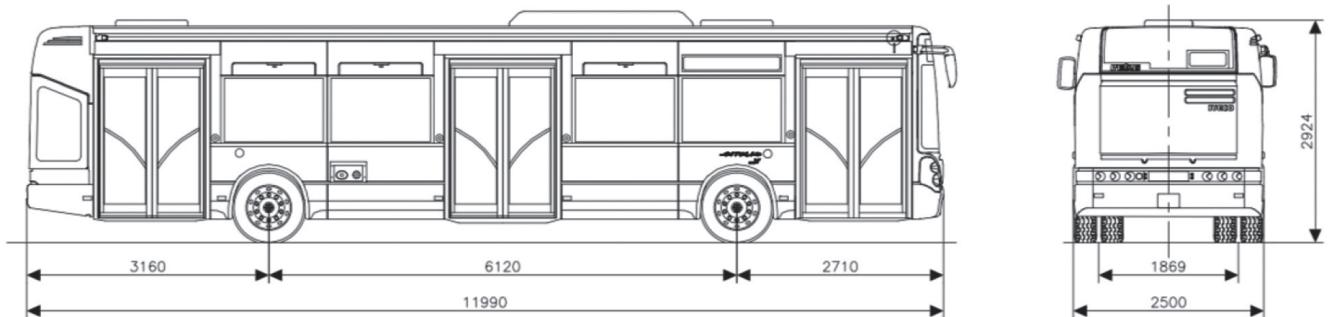


Figura 9 - Schema tipo di bus urbano da 12 m di lunghezza, a 2 assi e caratteristiche tecniche (IRISBUS CTELIS 12.29 DIESEL EEV).

Figure 9 - Typical scheme of 12 m long 2-axle urban bus and technical characteristics (IRISBUS CTELIS 12.29 DIESEL EEV).

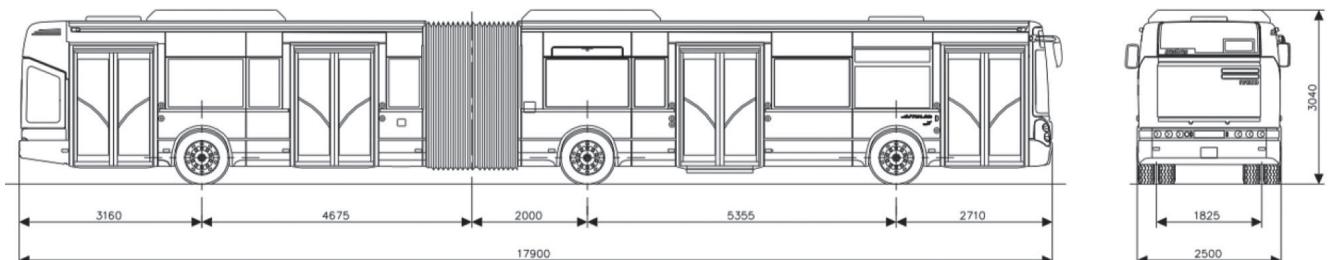


Figura 10 - Schema tipo di bus urbano da 18 m, autosnodato a 3 assi (IRISBUS CTELIS 18MT DIESEL).

Figure 10 - Typical diagram of an 18 m urban bus, articulated with 3 axles (IRISBUS CTELIS 18M DIESEL).

OSSERVATORIO

3.3.1.3. Layout della sezione stradale nei pressi della fermata

Oltre al posizionamento ed alle caratteristiche dei veicoli in transito, in fermata occorre particolare attenzione ad altri elementi essenziali da specificare nel RV, in riferimento alla pavimentazione della carreggiata, alla presenza di intersezioni, alla presenza di accessi carrabili, alla presenza di piste ciclabili ed agli attraversamenti pedonali.

La pavimentazione dovrebbe possedere una sufficiente resistenza per sopportare i carichi ripetuti del bus fino ad un massimo di 12 t per asse. Le fermate sono zone critiche per le pavimentazioni, soprattutto in ambito urbano, poiché le sollecitazioni trasmesse da mezzi particolarmente pesanti ed in regime combinato di transito, decelerazione, stazionamento ed accelerazione possono risultare eccessive, portando a fenomeni di "ormaiamento" (e.g., [34]; [36]; [41]). Una fermata particolarmente ammalorata potrebbe indurre i conducenti ad arrestare il veicolo un po' distante da essa rendendo più critiche le operazioni di salita e discesa. Inoltre, è necessario contrastare la formazione di ormaie sia poiché possono provocare il contatto tra il marciapiede e la carrozzeria con rischio di danni, sia perché l'eventuale acqua stagnante verrebbe schizzata sui passeggeri in attesa ([34]). Per ulteriori approfondimenti si rimanda a [8] e [43].

Spesso le fermate sono localizzate nei pressi delle intersezioni con tutti gli aspetti tecnici da analizzare secondo il DM (2006) ([11]). Comunque, va posta particolare cura al raggio di curvatura del ciglio del marciapiede ed al tipo di regolazione della intersezione (semaforica o meno). Sebbene vi sia una maggiore esposizione al rischio per i pedoni che si accingono ad attraversare la strada, il principale vantaggio di una corretta progettazione dei raggi di curvatura dei cigli dei marciapiedi riguarda la riduzione del numero dei conflitti bus/auto nelle intersezioni maggiormente utilizzate: le svolte avvengono a velocità maggiori senza invadere la/le corsia/e opposte. Il RV dovrebbe specificare che nel progetto dei raggi di curvatura del ciglio del marciapiede occorre tenere conto tra l'altro:

- delle caratteristiche del veicolo più lungo che attraversa l'intersezione;
- della larghezza e del numero delle corsie nei pressi dell'intersezione;
- della possibilità, per il bus, di invadere le altre corsie;
- della presenza di parcheggi lungo strada; della velocità di percorrenza;
- del flusso pedonale.

La Tab. 11 riporta le dimensioni dei raggi di svolta del ciglio del marciapiede per l'operatività di bus impiegati in relazione alla larghezza della carreggiata in ingresso ed in uscita alla/dalla intersezione¹⁸.

¹⁸ Per ipotesi, si assume una leggerissima invasione di corsia da parte del bus nelle corsie di traffico opposte durante la manovra di svolta.

In the case of traffic light regulation near the stop, the RRs should specify that the intersection project should be drawn up according to BU 150/1992 ([7]), Ministerial Decree (2006) ([11]) and respond to the needs of passengers and buses. In particular:

- *the stop should be positioned so that buses do not obstruct the visibility of traffic lights to other categories of vehicles;*
- *all passengers when they get off the bus become pedestrians. Therefore, it is important to provide for a pedestrian crossing with traffic lights and the use of call buttons in the presence of traffic light systems;*
- *the stops located before the intersection can be located between the traffic detectors to "control" the traffic light system, and the pedestrian crossings, guaranteeing priority to the bus (e.g., [31]; [44]).*

Furthermore, for CT vehicles the provisions of Art. 151 of Presidential Decree 495/1992 regarding the characteristics of traffic lights should be observed ([4]).

The location of the stop must also be studied in the presence of accesses to private roads. The objective is to ensure at least free access for the entry and exit of vehicles in situations where the bus is stopped for passenger handling operations. Therefore, RRs should specify to place the stop so as to:

- *ensure good visibility for vehicles leaving the private area and minimise conflicts between vehicles and pedestrians, locating the stop at an adequate distance from the entrance to the private area;*
- *ensure that passengers do not have to wait for a bus in the middle of a private road;*
- *ensure that passengers get on or off the vehicle directly on the footpath curb rather than on the private road.*

Fig. 11 shows two conceptual diagrams of a stop positioned near a driveway. In diagram (1) the positioning is favourable, in diagram (2) it is not.

In order to promote cycling, it is good to prescribe standards in the RRs in this sense with reference to CT (e.g. [34], [35], [41]). The 1999 regulations define the technical characteristics of cycle paths (MD 557/1999 [10]). In some cities, bicycles are already allowed to ride on preferential lanes that have a suitable width. Furthermore, it is good to recommend that the cycle path is not interrupted by impassable elements in correspondence with the lane (and/or stop). To ensure this continuity and thus avoid conflicts between different users, two very frequent solutions are usually used:

- *lane (and/or stop) next to the cycle path, so pedestrians cross the cycle path to board/alight the bus and have priority over cyclists. This scheme is also foreseen e.g., in the RRs of Como, Latina, Bologna, Reggio Emilia, Ravenna, Brescia and Cremona ([12]; [16]; [17]; [18]; [20]; [21]; [26]).*

OSSERVATORIO

Nel caso di regolazione semaforica nei pressi della fermata, il RV dovrebbe specificare che il progetto dell'intersezione andrebbe redatto secondo il BU 150/1992 ([7]), il DM (2006) ([11]) nonché rispondere alle esigenze dei passeggeri e dei bus. In particolare:

- la fermata dovrebbe essere posizionata in modo che i bus non ostruiscano la visibilità dei semafori alle altre categorie di veicoli;
- tutti i passeggeri quando scendono dal bus diventano pedoni. Pertanto, è importante prevedere un attraversamento pedonale semaforizzato e l'uso di pulsantiere di chiamata in presenza di impianti semaforici attuati dal traffico;
- le fermate ubicate prima dell'intersezione possono essere localizzate

Tabella 11 – Table 11
Dimensioni raggi di svolta del ciglio del marciapiede da raccomandare nel RV
Curb edge turn radius dimensions to recommend in the RRs

| Larghezza in ingresso [m] <i>Entry width [m]</i> | Larghezza in uscita [m] <i>Exit width [m]</i> | Raggio [m] <i>Radius [m]</i> |
|--|--|---------------------------------|
| 3,50 (1 corsia) 3,50 (1 lane) | 3,50 | 15,65 |
| | 4,50 | 14,40 |
| | 5,50 | 13,15 |
| 4,50 (1 corsia + 1,00 m di banchina) 4,50 (1 lane + 1.00 m of platform) | 3,50 | 14,40 |
| | 4,50 | 13,15 |
| | 5,50 | 11,90 |
| 5,50 (1 corsia + 2,00 m di sosta longitudinale) 5,50 (1 lane + 2.00 m longitudinal parking) | 3,50 | 13,15 |
| | 4,50 | 11,90 |
| | 5,50 | 10,65 |

Elaborata da [36] e adattata alla vigente normativa italiana.
Drafted by [36] and adapted to current Italian legislation.

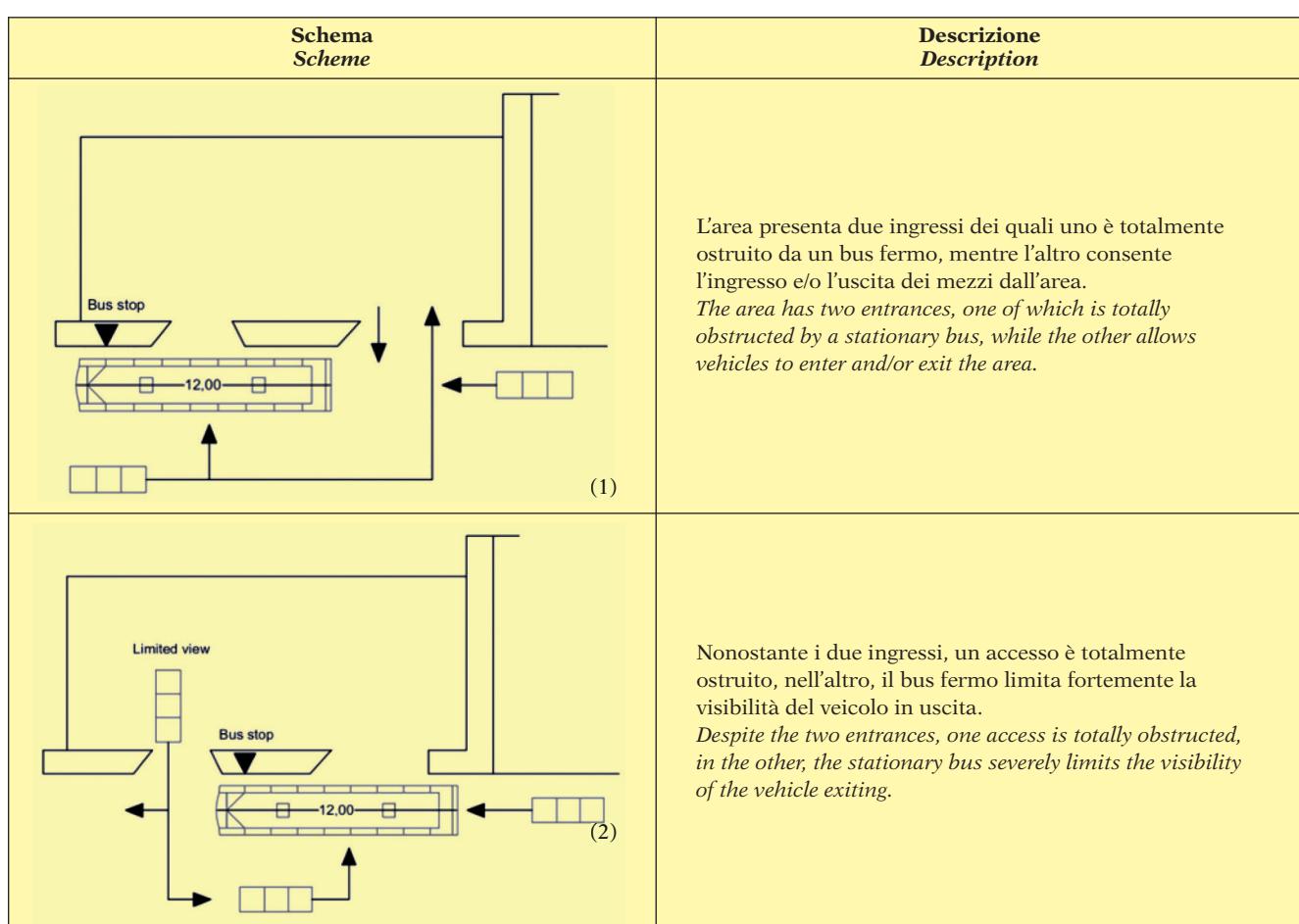


Figura 11 - Schemi concettuali di posizionamento tipo delle fermate in prossimità di accessi. Elaborata da [36] e adattata al caso italiano.

Figure 11 - Conceptual diagrams of typical positioning of stops near access points. Developed by [36] and adapted to the Italian case.

OSSERVATORIO

fra i rilevatori di traffico per “comandare” l’impianto semaforico, e gli attraversamenti pedonali, garantendo priorità al bus (e.g., [31]; [44]).

Inoltre, per i veicoli di TC si dovrebbe rispettare quanto previsto dall’art. 151 del DPR 495/1992 in merito alle caratteristiche delle lanterne semaforiche ([4]).

La collocazione della fermata va studiata anche in presenza di accessi a strade private. L’obiettivo è garantire almeno un accesso libero per l’ingresso e per l’uscita dei veicoli nelle situazioni in cui il bus è fermo per le operazioni di movimentazione dei passeggeri. Pertanto, i RV dovrebbero specificare di posizionare la fermata in modo da:

- garantire una buona visibilità per i veicoli che escono dall’area privata e minimizzare i conflitti fra veicoli e pedoni, localizzando la fermata ad un’adeguata distanza dall’ingresso dell’area privata;
- garantire che i passeggeri non debbano essere costretti ad aspettare un bus nel mezzo di una strada privata;
- garantire che i passeggeri salgano o scendano sul/dal mezzo direttamente sul ciglio del marciapiede più che sulla strada privata.

Nella Fig. 11, sono riportati due schemi concettuali di una fermata posizionata nei pressi di un accesso carrabile. Nello schema (1) il posizionamento è favorevole, in quello (2) no.

Al fine di favorire la mobilità ciclabile, è bene prescrivere nel RV degli standard in tal senso con riferimento al TC (e.g. [34], [35], [41]). Le norme del 1999 definiscono le caratteristiche tecniche delle piste ciclabili (DM 557/1999 [10]). In alcune città già si autorizza la marcia delle biciclette sulle corsie preferenziali che hanno una larghezza idonea. Inoltre, è bene raccomandare che la pista ciclabile non sia interrotta da elementi invalicabili in corrispondenza della corsia (e/o fermata). Per garantire questa continuità ed evitare quindi conflitti fra i diversi utenti, si ricorre solitamente a due soluzioni molto frequenti:

- corsia (e/o fermata) affiancata alla pista ciclabile, per cui i pedoni attraversano la pista ciclabile per salire/scendere dal bus ed hanno la precedenza rispetto ai ciclisti. Questo schema è anche previsto e.g., nei RV di Como, Latina, Bologna, Reggio Emilia, Ravenna, Brescia e Cremona ([12]; [16]; [17]; [18]; [20]; [21]; [26]).
- corsia (e/o fermata) separata dalla pista mediante un’isola pedonale (soluzione molto diffusa all’estero, e.g., Copenaghen), per cui i passeggeri attraversano la pista ciclabile (che è dietro alla fermata) per raggiungere l’isola ed attendere l’arrivo del bus. Ulteriori layout sono riportati nel *National Cycle Manual* al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti e dettagli tecnici ([45]).

In Figura 12, sono riportate alcune esemplificazioni di integrazione fra pista ciclabile e TC. Tre sono idonee (A, B e C), una no (D).

Infine, per quanto riguarda l’attraversamento pedona-

- lane (and/or stop) separated from the track by a pedestrian area (very common solution abroad, e.g., Copenhagen), so passengers cross the cycle path (which is behind the stop) to reach the island and wait the arrival of the bus. Further layouts are reported in the *National Cycle Manual* to which reference should be made for further information and technical details ([45]).

Fig. 12 shows some examples of integration between cycle path and CT. Three are suitable (A, B and C), one is not (D).

Finally, with regard to pedestrian crossing, the type that allows crossing at the end of the bus should be indicated in the RRs. The crossing must be accessible to everyone (e.g., wheelchairs, strollers, walkers), clearly visible and be able to guarantee continuity to the cycle-pedestrian paths to access the stop. Therefore, raised crossings can be specified. In addition, especially on traffic-oriented roads, an island can be set up for crossing in two stages, to ensure greater safety for pedestrians and prevent the bus from being overtaken by other vehicles (e.g. [40]). However, this elevation must not interfere with the bus manoeuvre to the footpath, since the CT vehicle must take advantage of the difference in height between the footpath and the road pavement to facilitate boarding/alighting of passengers. Therefore, in accordance with [34] and [40], the stop pole must be at a distance equal to the entire length of the longest vehicle making the stop and the ramp of the raised crossing must have a slope not exceeding 4%. The length of the pedestrian crossing, excluding the two ramps, must be greater than the wheelbase of the longest vehicle expected at a stop and not less than 6.00 m, so that for a few moments the front and rear axles are at the same height.

3.3.2. Kerbside factors

Kerbside factors affect passenger accessibility, comfort and safety ([32]; [46]; [47]). They concern pedestrian accessibility to the stop with particular reference to VRU, the arrangement of the waiting area, the functional furnishings of the waiting area and lighting.

3.3.2.1. Pedestrian accessibility

In accordance with [46], accessibility concerns all those aspects associated with the need to ensure, for anyone, complete use of CT stops. It is not uncommon to evaluate the accessibility of a stop in terms of the level of ease with which it can be reached by users, through criteria based on its location and on the length of the routes that lead to it, which should be as short as possible. As prescribed by Presidential Decree 503/96, projects relating to public spaces and urbanisation works mainly for pedestrian use must include at least one accessible path, capable of allowing the use of services, social relations and environmental enjoyment also to people with reduced or impaired motor or sensory ability ([9]). Therefore, in the specifications to be included in the RRs, the design must be oriented towards complete accessibility solutions along the entire route from

OSSERVATORIO



A - Pista ciclabile fianco fermata - Semi golfo
 (Fonte: <http://www.ingdemurtas.it/bici/ciclabile-fermata-bus/>)
 A - Cycle path next to the stop - Semi-full-width boarder
 (Source: <http://www.ingdemurtas.it/bici/ciclabile-fermata-bus/>)



B - Pista ciclabile fianco fermata - Lungo strada
 (Fonte: <https://www.donkey.bike/the-bike-and-the-bus/>)
 B - Cycle path alongside the stop - Along the road
 (Source: <https://www.donkey.bike/the-bike-and-the-bus/>)



C - Pista ciclabile separata con isola pedonale - Lungo strada
 (Fonte: <https://www.citylab.com/>)
 C - Separate cycle path with pedestrian area - Along the road
 (Source: <https://www.citylab.com/>)



D - Pista ciclabile interrotta in fermata (non idoneo) - Molo
 (Fonte: <http://www.ingdemurtas.it/bici/ciclabile-fermata-bus/>)
 D - Cycle path interrupted at stop (not suitable) - Full-width boarder
 (Source: <http://www.ingdemurtas.it/bici/ciclabile-fermata-bus/>)

Figura 12 - Esempi di layout pista ciclabile e fermata bus.
 Figure 12 - Examples of cycle path and bus stop layout.

le, nel RV dovrebbe essere indicata la tipologia che permette un attraversamento in coda al bus. L'attraversamento deve essere accessibile a tutti (e.g., sedia a ruote, passeggini, deambulatori), ben visibile e poter garantire continuità ai percorsi ciclo-pedonali per accedere alla fermata. Pertanto, è possibile specificare attraversamenti rialzati. Inoltre, soprattutto su strade orientate al traffico, può essere predisposta un'isola per l'attraversamento in due tempi, per garantire maggiore sicurezza ai pedoni ed

the origin to the destination in terms of absence of obstacles, characteristics of pedestrian surfaces and signs.

The presence of curved, discontinuous paths, with a high number of intersections with vehicular traffic and with unsuitable geometry (width, slope) and pavement, can not only increase the access time to the stop, but also decrease the level of safety and quality of the route (Fig. 13).

Again, passengers waiting to board the bus (and/or unboard the bus) should not interfere with pedestrians pass-

impedire il sorpasso del bus da parte di altri veicoli (e.g., [40]). È necessario, però, che tale sopraelevazione non interferisca con la manovra di avvicinamento del bus al marciapiede, poiché il veicolo di TC, per facilitare la salita/discesa dei passeggeri deve sfruttare il dislivello di quota tra il marciapiede e la pavimentazione stradale. Pertanto, in accordo con [34] e [40], la palina di fermata deve essere ad una distanza pari alla intera lunghezza del veicolo più lungo che effettua la fermata e la rampa dell'attraversamento rialzato deve avere una pendenza non superiore al 4%. La lunghezza dell'attraversamento pedonale, escludendo le due rampe, dovrà essere maggiore del passo del veicolo più lungo atteso in fermata e non inferiore a 6,00m, in modo che per qualche istante l'asse anteriore e quello posteriore siano alla stessa quota.

3.3.2. Fattori lato marciapiede

I fattori lato marciapiede interessano l'accessibilità, il comfort e la sicurezza dei passeggeri ([32]; [46]; [47]). Essi riguardano l'accessibilità pedonale alla fermata con particolare riferimento alle utenze deboli, la sistemazione della area di attesa, gli arredi funzionali dell'area di attesa e l'illuminazione.

3.3.2.1. Accessibilità pedonale

In accordo con [46], l'accessibilità riguarda tutti quegli aspetti associati all'esigenza di assicurare, a chiunque, una completa fruizione delle fermate di TC. Non è raro valutare l'accessibilità di una fermata in termini di livello di facilità con il quale la stessa può essere raggiunta dall'utenza, attraverso criteri basati sulla sua localizzazione e sulla lunghezza dei percorsi che conducono ad essa, i quali dovrebbero essere i più corti possibili. Come prescritto dal DPR 503/96, i progetti relativi agli spazi pubblici e alle opere di urbanizzazione a prevalente fruizione pedonale devono prevedere almeno un percorso accessibile, in grado di consentire l'uso dei servizi, le relazioni sociali e la fruizione ambientale anche alle persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale ([9]). Pertanto, nelle specifiche da inserire nel RV occorre orientare la progettazione verso soluzioni di completa accessibilità lungo tutto il percorso dal punto di origine alla destinazione in termini di assenza di ostacoli, caratteristiche delle superfici pedonali e segnalistica.

La presenza di percorsi curvilinei, discontinui, con un

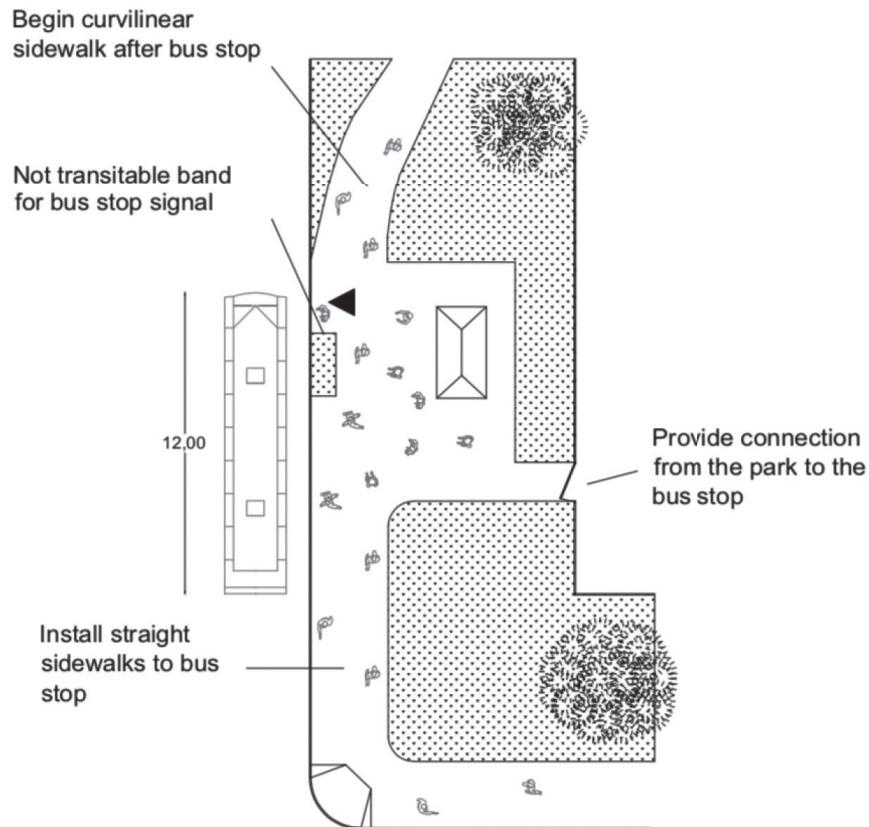


Figura 13 - Schema concettuale di accessibilità pedonale alla fermata favorevole. Elaborato da [36], [37] e [48].

Figure 13 - Conceptual scheme of pedestrian accessibility at the favourable stop. Drafted by [36], [37] and [48].

ing by on the footpath. Therefore, the path from the waiting area must be connected to the edge of the footpath and possibly be built outside the pedestrian path. For example, there are two cases depending on whether the footpath is adjacent to the roadside or distant (Figs. 14, letters A and B). In the first case, the waiting area should be located behind the footpath; in the second case a paved access must be built from the waiting area to the edge of the footpath.

Moreover, the accessibility level of the stop () can be determined Tab. 12 as a relationship between the quality level of the stop (Tab. 13) and the number of intersections with vehicular flow ([49]).

All planned routes from the pick-up/drop-off point at the stop to all origin/destinations within walking distance of the stop must be free of obstacles. To this end, the following should be recommended in the RRs:

- to ensure wheelchairs available passing space, the footpath must have a free span of 1.50 m, otherwise it would not be possible to reverse direction. Furthermore, it must be equipped with access ramps to all intersections with a maximum slope within 8÷10%¹⁹ according*

¹⁹ The 10% slope might recommend accompaniment.

OSSERVATORIO

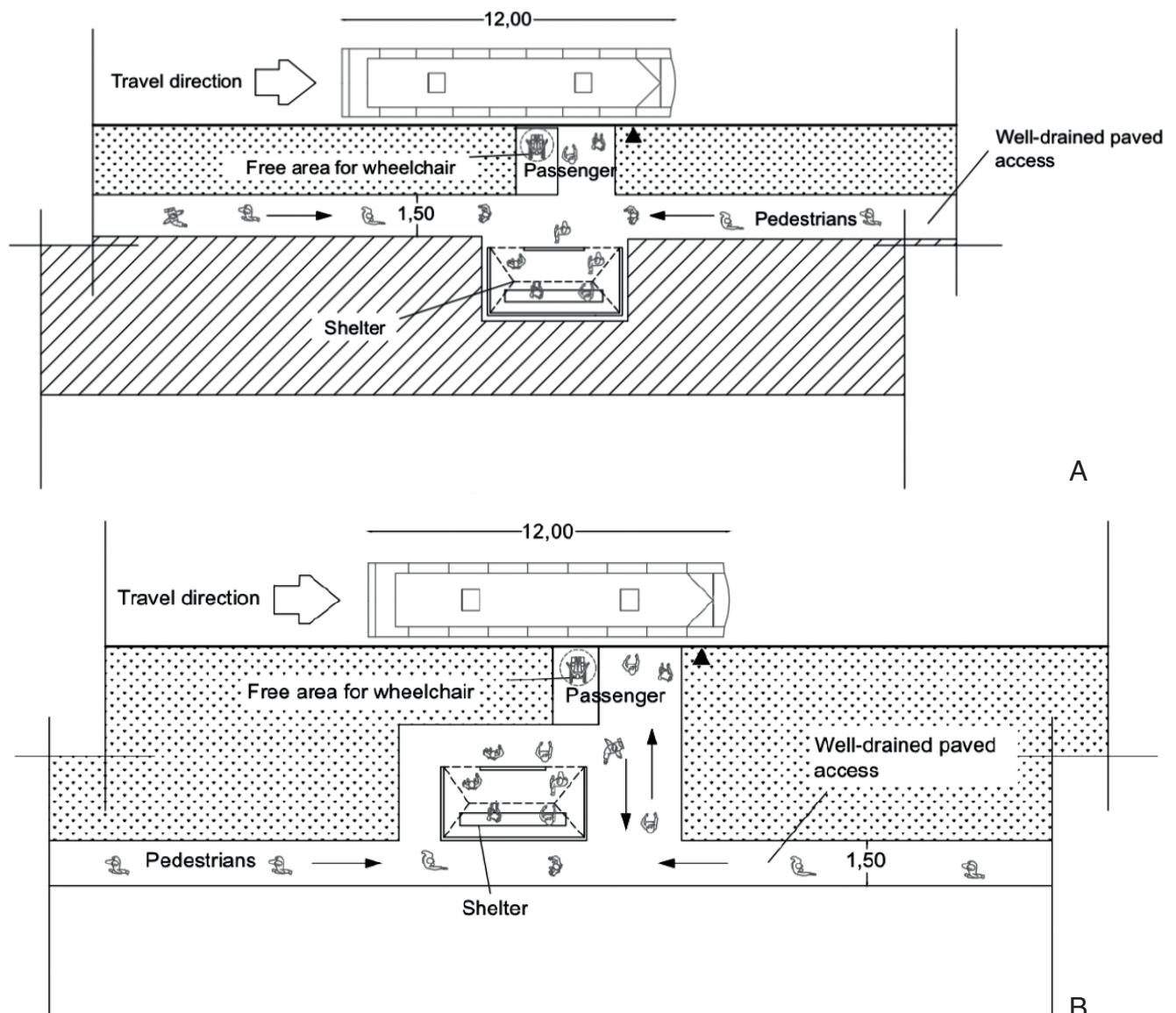


Figura 14 - Schema concettuale di accessibilità pedonale alla fermata. Accesso da un'area di attesa alla fermata al ciglio del marciapiede A) e B). Elaborato da [36] e [48].

Figure 14 - Conceptual diagram of pedestrian accessibility at the stop. Access from a waiting area at the stop at the footpath curb A) and B). Drafted by [36] and [48].

elevato numero di intersezioni con il traffico veicolare e con una geometria (larghezza, pendenza) e pavimentazione non idonee, non solo possono aumentare il tempo di accesso alla fermata, ma anche diminuire il livello di sicurezza e di qualità del percorso (Fig. 13).

Ancora, i passeggeri in attesa di salire sul bus (e/o in discesa dal bus) non dovrebbero interferire con i pedoni in transito sul marciapiede. Pertanto, occorrere raccordare il percorso dall'area di attesa fino al ciglio del marciapiede e renderlo possibilmente esterno al percorso pedonale. Ad esempio, si possono presentare due casi a seconda che il marciapiede sia adiacente al ciglio della strada oppure distante (Figg. 14, lettere A e B). Nel primo caso,

Tabella 12 – Table 12

Livelli di accessibilità alla fermata
Accessibility levels at the stop

| Qualità <i>Quality</i> | Numero intersezioni con flussi veicolari <i>Number of intersections with vehicular flows</i> | | |
|---------------------------|---|-------|-----|
| | 0 | 1 ÷ 2 | ≥ 3 |
| A (migliore) A (best) | 1 | 2 | 3 |
| B | 1 | 2 | 3 |
| C | 2 | 3 | 3 |

OSSERVATORIO

l'area di attesa dovrebbe esser localizzata dietro al marciapiede; nel secondo caso occorre realizzare un accesso pavimentato dall'area di attesa al ciglio del marciapiede.

Inoltre, è possibile determinare il livello di accessibilità della fermata (Tab. 12) come relazione tra il livello di qualità della fermata (Tab. 13) e il numero di intersezioni con il flusso veicolare ([49]).

Tutti i percorsi pianificati dal punto di salita/discesa in fermata verso tutte le origine/destinazioni a distanza pedonale dalla fermata devono essere privi di ostacoli. A tal fine, nel RV dovrebbe essere raccomandato quanto segue:

- per garantire il transito di una sedia a ruote, il marciapiede deve avere una luce libera di 1,50m, altrimenti non sarebbe possibile l'inversione di marcia. Inoltre, deve essere dotato di rampe di accesso a tutte le intersezioni con pendenza massima contenuta entro l'8÷10%¹⁹ secondo il BU 150/1992 ([7]). Una larghezza ridotta di 0,90m può essere ammessa in particolari condizioni;
- eventuali sporti lungo il percorso dovrebbero essere collocati ad altezza inferiore a 0,70m o superiori a 2,05m. Altezze comprese all'interno di questi limiti sono fonte di criticità. Una persona non vedente potrebbe aver difficoltà ad individuare un ostacolo (e.g., chiosco telefonico) con il bastone; un cane da guida potrebbe non riuscire ad allontanare la persona non vedente dall'ostacolo;
- nell'area di attesa dovrebbe essere garantito uno spazio di dimensioni sufficienti a consentire la completa manovrabilità della sedia a ruote e del funzionamento della piattaforma mobile durante le operazioni di salita e discesa dal mezzo. Secondo [36] questo spazio dovrebbe essere un rettangolo di dimensioni minime pari a 1,50m x 2,50m. D'altra parte, [34] propone, nel caso in cui sia previsto l'accesso a livello, una profondità dell'area di attesa consigliata di 2,00 m (minima di 1,40m), che dovrebbe essere incrementata fino a 2,90 m (minima di 2,30 m) se l'accesso al bus avvenisse, invece, mediante l'impiego di una piattaforma mobile messa in posizione dal personale di servizio;
- la segnaletica presente nella fermata deve essere progettata anche per la fruibilità alle persone ipovedenti;
- le superfici dovrebbero essere stabili, possibilmente rigide e non sdruciolate. Preferibilmente, sono da evitare le brusche variazioni di pendenza. Dislivelli maggiori di 0,15m e superfici più ripide del 5% necessitano di rampe.

¹⁹ La pendenza del 10% potrebbe consigliare l'accompagnamento.

Tabella 13 – Table 13

Qualità delle fermate
Quality of stops

| Larghezza del percorso Route width | Pendenza del percorso (i) Route slope (i) | | |
|---------------------------------------|--|---------|------|
| | 0≤i≤2% | 3%≤i≤6% | i>6% |
| < 1,50 m | C | C | C |
| 1,50 m ÷ 2,00 m | A | B | B |
| > 2,00 m | A | A | B |

to OJ 150/1992 ([7]). A reduced width of 0.90 m can be admitted in particular conditions;

- any protrusions along the route should be placed at a height of less than 0.70 m or greater than 2.05 m. Heights included within these limits are a source of criticality. A blind person may have difficulty identifying an obstacle (e.g., telephone booth) with the cane; a guide dog may not be able to move the blind person away from the obstacle;
- in the waiting area, a space of sufficient size should be guaranteed to allow complete manoeuvrability of the wheelchair and the operation of the mobile platform during vehicle boarding and alighting. According to [36] this space should be a rectangle with a minimum size of 1.50 m x 2.50 m. On the other hand, [34] in case level access is foreseen, a depth of the recommended waiting area of 2.00 m (minimum of 1.40 m) is proposed, which should be increased up to 2.90 m (minimum of 2.30 m) if access to the bus were instead made through the use of a mobile platform set up by the service staff;
- signs present at the stop must also be designed for usability to visually impaired people;
- surfaces should be stable, possibly rigid and not slippery. Preferably, abrupt changes in slope are to be avoided. Elevations greater than 0.15 m and surfaces steeper than 5% require ramps.

3.3.2.2. Functional street furniture in the waiting area

The waiting area is the (paved) area near a stop where passengers await the arrival of the vehicle. It should be made with non-slip paving and possibly with drainage material to ensure drainage of rainwater.

When designing the waiting area, the level of service (LoS) offered by it must be taken into consideration. The Highway Capacity Manual proposes a methodology for calculating the LoS. The reference benchmark is the pedestrian space defined as the ratio between the waiting area and the number of people occupying it at the same time. Generally an area of 0.75 m² is assumed as the minimum value for each pedestrian's area of influence. Tab. 14

Tabella 14 – Table 14

Livelli di servizio per le aree di attesa pedonali (Elaborato da [50])
 Service levels for pedestrian waiting areas (Drafted by [50])

| Livello di servizio <i>Level of Service</i> | Tipologia di flusso <i>Flow type</i> | Spazio pedonale [m ² /p] <i>Pedestrian space [m²/p]</i> | Distanza tra i pedoni [m] <i>Distance between pedestrians [m]</i> | Caratteristiche del flusso pedonale <i>Pedestrian flow characteristics</i> | Schematizzazione <i>Scheme</i> |
|--|---|--|--|--|-----------------------------------|
| A | Libero <i>Free</i> | ≥ 1,20 | ≥ 1,20 | Nell'area di attesa si può stazionare e circolare liberamente, senza disturbare gli altri pedoni in coda. <i>In the waiting area you can stop and circulate freely, without disturbing other pedestrians in the queue.</i> | |
| B | Libero, ma con minor spazio <i>Free, but with less space</i> | 0,90 – 1,20 | 1,10 – 1,20 | Lo stazionamento e la circolazione, più limitata che nel caso "A", sono ancora possibili senza che si disturbino altre persone. <i>Parking and circulation, more limited than in case "A", are still possible without disturbing other people.</i> | |
| C | Stabile <i>Stable</i> | 0,60 – 0,90 | 0,90 – 1,10 | La circolazione è ancora possibile, disturbando però gli altri pedoni; i valori della densità rientrano comunque nel campo del comfort personale. <i>Circulation is still possible, but disturbing other pedestrians; the density values however fall within the range of personal comfort.</i> | |
| D | Condizionato <i>Conditioned</i> | 0,30 – 0,60 | 0,60 – 0,90 | Lo stazionamento può anche non implicare il contatto con gli altri; la circolazione però è molto difficoltosa e l'avanzamento è possibile solo in gruppo. A questa densità l'attesa per un lungo intervallo di tempo crea un senso di disagio. <i>Stationing may also not involve contact with others; however, circulation is very difficult and moving forward is only possible in groups. At this density, long waiting creates a sense of discomfort.</i> | |
| E | Forzato (capacità massima) <i>Forced (maximum capacity)</i> | 0,20 – 0,30 | ≤ 0,60 | Il contatto con gli altri è inevitabile ed è impossibile circolare. Tali condizioni di densità sono sopportabili solo per un breve intervallo di tempo, oltre il quale si manifesta un evidente disagio. <i>Contact with others is inevitable and it is impossible to circulate. These conditions of density are bearable only for a short period of time, beyond which evident discomfort occurs.</i> | |
| F | Congestionato <i>Congested</i> | ≤ 0,20 | Stretto contatto <i>Close contact</i> | Le persone in coda sono in contatto fisico le une con le altre. La densità è tale da generare estremo disagio, impedire qualsiasi movimento e provocare, nel caso di grandi folle, il panico. <i>People in the queue are in physical contact with each other. The density is such as to generate extreme discomfort, prevent any movement and cause panic in the case of large crowds.</i> | |

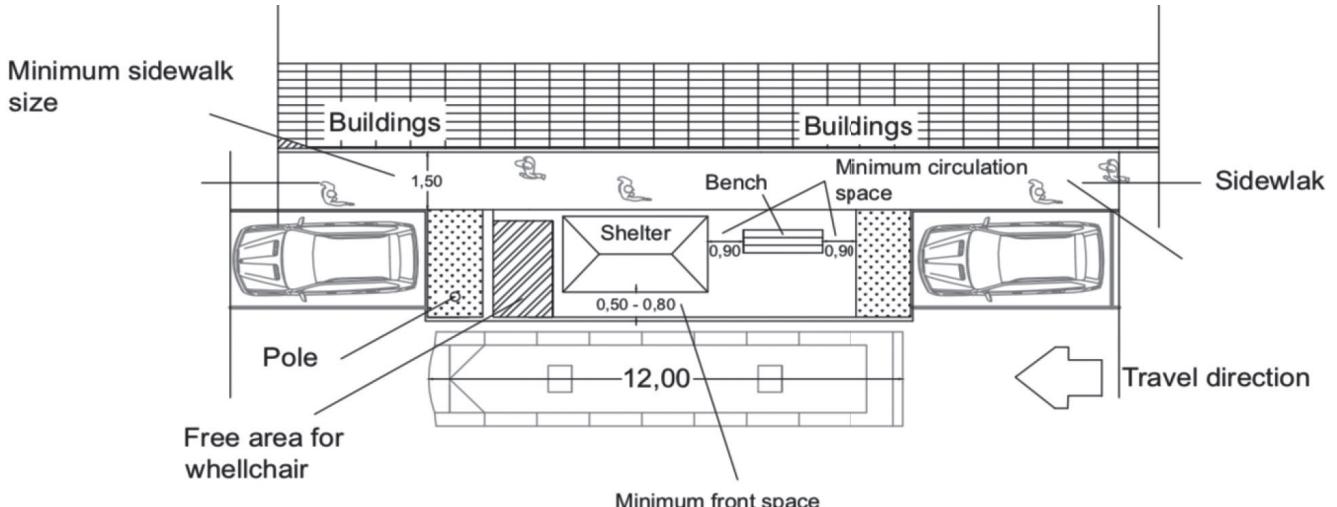


Figura 15 - Dimensioni minime per un'area di attesa nei pressi di un molo di fermata. Elaborato da [34], [36] e [37].

Dei principali elementi di arredo si forniscono brevemente alcuni standard tecnici (e.g., [34]; [35]; [41]).

Figure 15 - Minimum size for a waiting area near a full-width boarder. Drafted by [34], [36] and [37]. Some technical standards of the main furnishing elements are briefly provided (e.g., [34]; [35]; [41]).

3.3.2.2. Arredi funzionali nell'area di attesa

L'area di attesa è la zona (pavimentata) nei pressi di una fermata dove i passeggeri attendono l'arrivo del mezzo. Dovrebbe essere realizzata con pavimentazione anti-sdruciolabile ed eventualmente con materiale drenante per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche.

Nel dimensionamento dell'area di attesa è necessario tenere in opportuna considerazione il livello di servizio (LdS) offerto dalla stessa. L'*Highway Capacity Manual* propone una metodologia per il calcolo del LdS. Il parametro di riferimento è lo spazio pedonale definito come il rapporto tra l'area di attesa e il numero di persone che contemporaneamente la occupano. Generalmente si assume un'area di $0,75 \text{ m}^2$ come valore minimo per la zona di influenza di ciascun pedone. La Tab. 14 riporta i diversi livelli di servizio previsti per le aree di attesa pedonali, che variano da quello A (il migliore) a quello F (il peggiorre) [50]. I LdS potrebbero essere anche stimati utilizzando opportuni modelli matematici ([51]). Nel RV dovrebbe essere prescritto almeno un LdS C.

In base al LdS di progetto, l'area di attesa può esser provvista di arredi funzionali che riguardano prevalentemente la pensilina e la panchina, come mostrato nella Fig. 15, che è auto esplicativa. Altri elementi di arredo e.g., rastrelliere per le biciclette e cestini per rifiuti, possono essere collocati nella area di attesa.

La pensilina²⁰ fornisce un adeguato riparo dalle condi-

shows the different service levels envisaged for pedestrian waiting areas, which vary from A (the best) to F (the worst) [50]. At least one LoS C should be prescribed in the RRs.

According to the LoS of the project, the waiting area can be equipped with functional furnishings that mainly concern the shelter and the bench, as shown in Fig. 13, which is self-explanatory. Other items of furniture e.g., bicycle racks and waste bins, can be placed in the waiting area.

The bus shelter²⁰ provides adequate shelter from critical weather conditions. Usually, a shelter is made with transparent panels to have clear visibility inside/outside. There are several criteria for deciding where to place a bus shelter at a stop (e.g., available space; transhipments at the stop; number of elderly and/or disabled people; frequency of service). However, the main criterion is the number of passengers waiting during the day and the location of the stop. In agreement with [35], it would be advisable to provide with bus shelter the stops with at least 100 passengers/day in urban areas and 25 passengers/day in suburban areas, to ensure a good comfort level. In fact, the usability of passenger equipment (e.g., the shelter) is one of the fundamental comfort aspects for the quality of CT ([51]).

As for the location, it should be specified in the RRs that the shelters should be:

²⁰ In alcuni casi la pensilina può essere di proprietà del gestore della pubblicità. Tale scelta, però, non è raccomandabile poiché potrebbe accadere che il gestore, per sfruttare al meglio lo spazio disponibile, affigga gli annunci pubblicitari coprendo eccessivamente la pensilina rendendola, così, irriconoscibile per gli utenti del TC o, addirittura, elemento di distrazione per i conducenti.

²⁰ In some cases the advertising manager may own the shelter. This choice, however, is not recommended as it could happen that in order to make the most of the available space, the manager posts advertisements excessively covering the shelter, thus making it unrecognisable for users of CT or, even, an element of distraction for drivers.

zioni meteo critiche. Solitamente, una pensilina viene realizzata con pannelli trasparenti per avere una visibilità nitida interno/esterno. Esistono diversi criteri per decidere dove posizionare una pensilina in una fermata (e.g., spazio disponibile; trasbordi alla fermata; numero di persone anziane e/o disabili; frequenza del servizio). Tuttavia, il criterio principale è dato dal numero di passeggeri in attesa nel corso della giornata e dalla ubicazione della fermata. In accordo con [36], sarebbe opportuno dotare di pensilina le fermate con almeno 100 pass./giorno nelle aree urbane e 25 pass./giorno in quelle suburbane, per garantire un ottimo livello di comfort. Infatti, l'utilizzabilità di attrezzature per il passeggero (e.g., la pensilina) è uno degli aspetti di comfort fondamentali per la qualità del TC ([52]).

Per quanto riguarda la collocazione, nel RV andrebbe specificato che le pensiline dovrebbero essere:

- posizionate esternamente al percorso pedonale;
- posizionate esternamente all'area libera per la sedia a ruote;
- collocate preferibilmente nella parte finale della area di attesa per maggiore visibilità;
- collocate di lato alle vetrine dei negozi per non creare interferenza;
- posizionate, se fianco edificio, tali da lasciare uno spazio libero di 0,30m per consentire la rimozione dei rifiuti e la pulizia delle stesse pensiline;
- distanti (il tetto) dal ciglio della strada almeno 0,50m÷0,80m per consentire un facile accosto del bus in condizioni di sicurezza;
- provviste, se chiuse, di uno spazio libero di circa 0,20m tra il pavimento e la parte più bassa del pannello per migliorare la ventilazione e ridurre il trambusto.

Per quanto riguarda l'orientamento, occorre analizzare le caratteristiche ambientali del sito individuato, in quanto il posizionamento e l'ergonomia condizionano il comfort dei passeggeri. Questa analisi dovrebbe essere richiamata nel RV. Ad esempio, in zone dal clima molto caldo, in modo particolare in aree in cui scarseggiano gli alberi di una certa altezza, potrebbe essere disagievole posizionare le pensiline orientandole direttamente verso est o verso ovest: nel caso in cui questa configurazione non possa essere evitata, è opportuno prevedere l'installazione di pannelli perforati in grado di oscurare, almeno parzialmente, la radiazione solare, avendo comunque cura di non pregiudicare la visibilità dei mezzi in arrivo da parte dei passeggeri.

Per climi freddi, le pensiline potrebbero essere completamente protette mediante pannelli pieni e la parte posteriore potrebbe essere ruotata verso la strada in modo da riparare gli utenti dagli eventuali schizzi d'acqua generati dal traffico veicolare. Tali pannelli dovranno essere costituiti da un materiale trasparente al fine di permettere, a chi è seduto all'interno della pensilina, di scorgere l'arrivo dei bus. In queste condizioni di clima freddo, l'orientamento della pensilina verso est potrebbe essere consigliato: infatti, la mattina, durante i mesi invernali, l'oriente sole è gradito agli utenti, fungendo anche da indizio termico

- placed outside the pedestrian path;
- placed outside the free area for the wheelchair;
- preferably placed in the final part of the waiting area for greater visibility;
- placed aside shop windows to avoid creating interference;
- if closed to buildings, placed such as to leave a 0,30 m wide free space to allow the waste removal and bus shelters cleaning;
- (the roof) away from the curb at least 0.50 m÷0.80 m to allow easy access to the bus in safe conditions;
- if closed, provided with a free space of about 0.20 m between the floor and the lowest part of the panel to improve ventilation and reduce noise.

Referring to the bus shelter orientation, the environmental characteristics of the identified site must be analysed, as the positioning and ergonomics affect the comfort of passengers. This analysis should be recalled in the RRs. For example, in areas with a very hot climate, especially in areas where trees of a certain height are scarce, it may be difficult to position the shelters orienting them directly towards east or west: in the event that this configuration cannot be avoided, it is advisable to provide for the installation of perforated panels that can obscure solar radiation, at least partially, taking care in any case not to compromise the visibility by passengers of arriving vehicles.

For cold climates, shelters could be completely protected by solid panels and the rear could be rotated towards the street in order to shield users from any water splashes generated by vehicular traffic. These panels must be made of transparent material in order to allow those sitting inside the shelter to see the arrival of the buses. In these cold weather conditions, the orientation of the shelter towards the east could be recommended: in fact, in the morning, during the winter months, users appreciate the east sun, also acting as a thermal indication for the blind. In situations where the direction of the prevailing winds is clearly identifiable (e.g., in coastal cities), it could also be useful to orient the panels so that the user is shielded from the gusts.

Some examples of orientation are given in Fig. 16.

The bench provides comfort to waiting passengers, even in the absence of a shelter. As for the shelter, it must be planned mainly on the basis of passengers expected at the stop, depending on the space available, in the presence of distant stops, in sites frequented by the elderly and disabled or in those where passengers are forced to sit or stop near the stop. For benches, the following standards are recommended to be included in the RRs.

- Place the benches in naturally and/or artificially sheltered places.
- Coordinate positioning with the existing lighting system for greater safety.

OSSERVATORIO

per i non vedenti. Nelle situazioni in cui la direzione dei venti prevalenti sia chiaramente individuabile (e.g., nelle città costiere), potrebbe essere utile, inoltre, orientare i pannelli in modo che l'utenza risulti schermata dalle raffiche.

Alcuni esempi di orientamento sono riportati nella Fig. 16.

La panchina fornisce comfort ai passeggeri in attesa, anche in assenza di pensilina. Così come per la pensilina, essa va prevista prevalentemente sulla base dei passeggeri attesi in fermata, in funzione dello spazio disponibile, in presenza di fermate distanti, nei siti frequentati da anziani e disabili o in quelli in cui i passeggeri sono costretti a sedere o sostare in vicinanza della fermata. Per le panchine, vengono raccomandati i seguenti standard da inserire nel RV.

- Posizionare le panchine in luoghi naturalmente e/o artificialmente riparati.
- Coordinare il posizionamento con l'impianto di illuminazione presente per maggiore sicurezza.
- Posizionare le panchine possibilmente su di un manufatto di cemento non scivoloso e garantendo il drenaggio delle acque meteoriche.
- Mantenere un'adeguata distanza fra la panchina ed altri oggetti presenti nell'area di attesa, per favorire sempre la accessibilità (e.g., non installare la panchina nello spazio per la sedia a ruote).
- Mantenere una distanza minima di 0,60m (preferibilmente 1,20m) tra la panchina ed il retro del marcia-piede.

Le rastrelliere per le bici dovrebbero essere predisposte alle fermate per agevolare i ciclisti che intendono usare il TC. La presenza di aree destinate al parcheggio delle biciclette scoraggia i ciclisti dall'incatenare le bici presso gli arredi dell'area di attesa e le proprietà adiacenti. Si raccomanda di inserire nel RV quanto segue.

- Posizionare le rastrelliere in prossimità delle maggiori fermate interessate da traffico pendolare.
- Posizionare le rastrelliere all'esterno del percorso pedonale.
- Posizionare le rastrelliere in siti in cui strutture esistenti o altri elementi non limitano la visibilità.
- Coordinare il posizionamento con l'impianto di illuminazione presente per maggiore sicurezza.

I cestini portarifiuti possono migliorare l'aspetto e la funzionalità di una fermata. Essi dovranno essere rac-

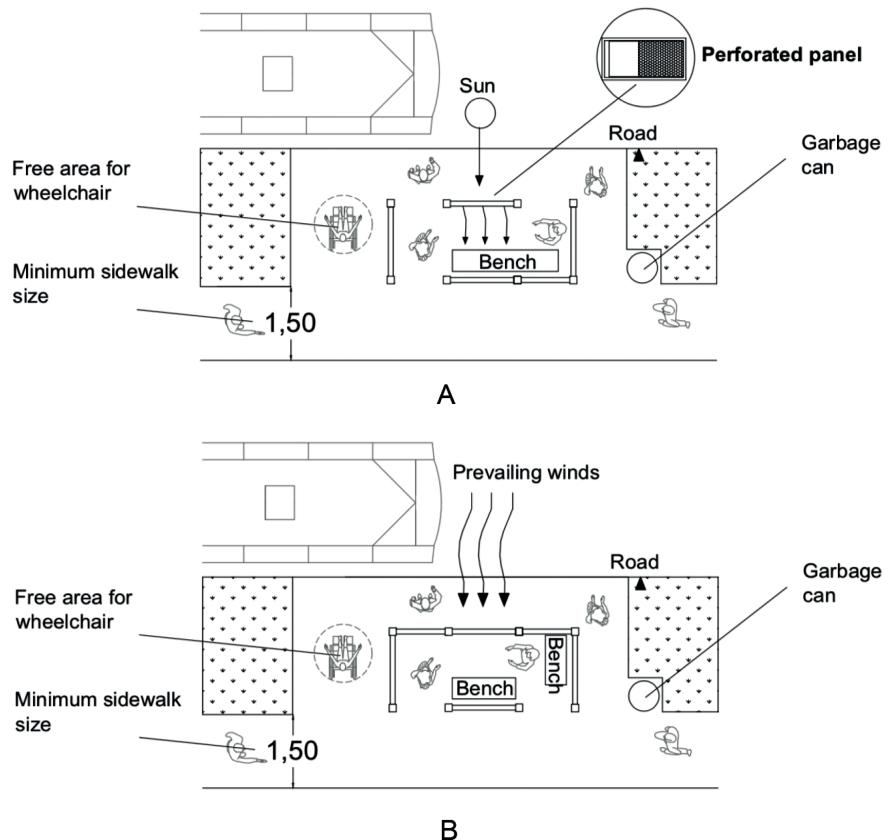


Figura 16 - Schema concettuale di orientamento della pensilina per climi caldi (A) e freddi (B). Elaborato da [36].

Figure 16 - Shelter orientation conceptual diagram for hot (A) and cold (B) climates. Drafted by [36].

- Position the benches if possible on a non-slippery concrete structure and guaranteeing the drainage of rainwater.

- Maintain an adequate distance between the bench and other objects in the waiting area, to always facilitate accessibility (e.g., do not install the bench in the space provided for the wheelchair).

- Maintain a minimum distance of 0.60 m (preferably 1.20 m) between the bench and the back of the footpath.

Bike racks should be set up at stops to facilitate cyclists intending to use CT. The presence of bicycle parking areas discourages cyclists from chaining their bikes to the waiting area furnishings and adjacent properties. It is recommended to include the following in the RRs.

- Key stops, which are affected by commuting traffic, should be provided with bike racks.
- Place the racks outside the pedestrian path.
- Place racks in sites where existing structures or other features do not limit visibility.
- Coordinate positioning with the existing lighting system for greater safety.

OSSERVATORIO

comandati laddove vi sono numerosi passeggeri in attesa oppure un forte accumulo di spazzatura, nonostante la bassa presenza di passeggeri. Comunque, si raccomanda un forte coordinamento fra tutti i soggetti interessati alla gestione di tali cestini per definire con chiarezza le responsabilità e le tempistiche relative alla pulizia, per evitare situazioni di degrado e disordine. Si raccomandano i seguenti standard da inserire nel RV.

- Fissare il cestino al terreno, al di fuori dallo spazio destinato alla sedia a ruote e ad almeno 0,60m da altri arredi e dal ciglio della strada.
- Assicurarsi che il cestino non riduca la visibilità delle strade d'accesso vicine, se adiacente alla strada.
- Posizionare preferibilmente il cestino in zona d'ombra, per evitare di esporre i rifiuti alla luce diretta del sole con possibilità di emanare odori sgradevoli.
- Utilizzare cestini che impediscano il ristagno di liquidi.

3.3.2.3. Illuminazione

L'illuminazione alle fermate esercita una notevole influenza sulla sensazione di sicurezza percepita dai passeggeri. Infatti, una cattiva illuminazione accresce la possibilità che tale fermata venga utilizzata per scopi illeciti, specialmente a tarda sera. L'illuminazione può essere diretta oppure indiretta.

L'illuminazione diretta della pensilina è quella che maggiormente incrementa il senso di comfort, di riconoscibilità e di sicurezza: tuttavia è relativamente costosa. La soluzione più economica e ad elevata efficienza energetica potrebbe essere l'inserimento di un rilevatore di presenza, per contenere i consumi. Un'altra soluzione possibile è l'utilizzo di un'illuminazione di tipo fotovoltaico. Bisognerebbe comunque garantire la facile manutenzione e, contemporaneamente, la capacità di resistere ad atti vandalici.

Al contrario, l'illuminazione indiretta sfrutta l'impianto esistente - quello stradale - per illuminare la fermata. In Italia, esiste la norma UNI11248:2007 al quale ci si può riferire, perché individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire alla sicurezza degli utenti della strada, per quanto di pertinenza ([53]). Comunque, nel coordinare la disposizione delle pensiline e/o delle panchine e/o altri arredi con l'impianto di illuminazione stradale esistente, si deve sempre rispettare la normativa in materia di accessibilità alla fermata in accordo con il DPR 503/1996 ([9]).

Queste specifiche indicazioni dovrebbero essere richiamate nel RV.

4. Conclusioni e Raccomandazioni

Le Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei Piani Urbani del Traffico introducono il RV quale strumento per stabilire standard geometrici, di sicurezza e di modalità d'uso di ogni elemento della rete viaria, in rela-

Waste bins can improve the look and functionality of a stop. They should be recommended where there are many passengers waiting or where there is a heavy accumulation of rubbish despite the low number of passengers. However, strong coordination is recommended between all those involved in the management of these bins to clearly define the responsibilities and timing of cleaning, to avoid situations of degradation and disorder. The following standards are recommended to be included in the RRs.

- *Secure the bin to the ground, outside the wheelchair space and at least 0.60 m from other furniture and the roadside.*
- *Make sure that the bin does not reduce the visibility of nearby access roads, if adjacent to the road.*
- *Preferably place the bin in a shady area, to avoid exposing the waste to direct sunlight with the possibility of giving off unpleasant odours.*
- *Use baskets that prevent the stagnation of liquids.*

3.3.2.3. Lighting

Lighting at stops has a significant influence on passengers' perceived safety. Indeed, bad lighting increases the possibility that such a stop will be used for illicit purposes, especially late in the evening. Lighting can be direct or indirect.

Direct lighting of the shelter is the one that most increases the sense of comfort, recognition and safety: however it is relatively expensive. The most economical and energy-efficient solution could be the inclusion of a presence detector, to contain consumption. Another possible solution is the use of photovoltaic type lighting. However, easy maintenance and, at the same time, the ability to resist vandalism should be guaranteed.

On the contrary, indirect lighting uses the existing system - the street one - to illuminate the stop. In Italy, there is the UNI11248: 2007 standard to which we can refer, because it identifies the lighting performance of the lighting systems designed to contribute to the safety of road users, as far as pertinent ([52]). However, when coordinating the arrangement of the shelters and/or benches and/or other furnishings with the existing street lighting system, regulations on accessibility to the stop must always be respected in accordance with Presidential Decree 503/1996 ([9]).

These specific indications should be recalled in the RRs.

4. Conclusions and recommendations

Directives for the developing, adoption and implementation of Urban Traffic Plans introduce the RRs as a tool for establishing geometric, safety standards and methods

OSSERVATORIO

zione alle componenti di traffico ammesse. Il TC è una componente prioritaria della mobilità, soprattutto in area urbana. La revisione di molti RV esistenti ha generalmente evidenziato argomenti relativi agli standard tecnici riguardanti i veicoli motorizzati individuali. Tuttavia, quando si è affrontata la componente del TC, le indicazioni erano generalmente scarse. Solitamente, gli standard prescritti riguardavano poche caratteristiche degli itinerari e delle fermate con alcuni riferimenti alla manovrabilità dei veicoli e trascuravano l'accessibilità, il comfort e la sicurezza dei passeggeri, probabilmente a causa del poco *know-how* sull'argomento. Pertanto, poiché veicoli e passeggeri devono essere considerati elementi inseparabili nell'ambito del TC, può essere necessario richiamare nel RV standard tecnici aggiuntivi e specifici.

A partire dalle criticità emerse e redatta con lo scopo di una linea guida, la nota ha individuato standard tecnici minimi relativi a caratteristiche e spazi per il TC, utili a dettagliare la sezione specifica del RV in ambito urbano, sulla base della letteratura nazionale ed internazionale nonché norme, di contatti avuti con differenti operatori di TC ed esperienza professionale.

Pur non potendo ricoprendere la totalità degli aspetti caratterizzanti il TC, a causa della intrinseca complessità, i risultati ottenuti ne hanno permesso di inquadrare le caratteristiche infrastrutturali e gli spazi secondo una visione sistematica.

In conclusione, si suggeriscono le seguenti raccomandazioni, a coloro che fossero interessati a redigere il RV riguardante il TC in ambito urbano:

- gli operatori TC dovrebbero essere coinvolti nella fase di stesura e/o revisione della specifica parte del RV, poiché possiedono una elevata conoscenza di dominio;
- un maggiore coordinamento è fortemente raccomandato fra gli urbanisti e coloro che redigono gli itinerari del TC, anche con specifici riferimenti alla qualità del servizio [54], [55], [56], [57]) ed alle nuove tecnologie ([58], [59]);
- gli standard tecnici devono essere previsti non solo dal punto di vista geometrico ma anche da quello funzionale;
- una particolare soluzione progettuale dovrebbe essere avvalorata da una analisi di tipo trasportistico (e.g., la realizzazione di un golfo di fermata) e rivista assieme agli operatori del TC. Inoltre, essa dovrebbe essere simulata prima della realizzazione per la verifica della efficacia (e.g., gli operatori di TC potrebbero simulare eventuali ingombri del mezzo alla fermata e valutare in che modo la tipologia e la collocazione della fermata incidano sul tempo di sosta specifico);
- i principali layout e standard prescritti dai RV sul TC sarebbero applicabili sempre a nuove realizzazioni, mentre sarebbero di riferimento per la riqualificazione degli itinerari e delle fermate esistenti;
- il RV dovrebbe suggerire agli operatori del TC di rife-

of use of each element of the road network, in relation to the allowed traffic components. CT is a priority mobility component, especially in the urban area. The review of many existing RRs has generally highlighted technical standard issues regarding individual motorised vehicles. However, when the CT component was addressed, indications were generally scarce.

Usually, the prescribed standards concerned few characteristics of the itineraries and stops with some references to the manoeuvrability of vehicles and neglected the accessibility, comfort and safety of passengers, probably due to the little know-how on the subject.

Therefore, since vehicles and passengers must be considered inseparable elements within CT, it may be necessary to recall additional and specific technical standards in the RRs.

Starting from the critical issues that emerged and drafted with the aim of a guideline, the note identified minimum technical standards relating to characteristics and spaces for CT, useful for detailing the specific section of the RRs in an urban setting, based on national and international literature as well as standards, contacts with different CT operators and professional experience.

While not being able to include all the aspects characterising CT, due to its intrinsic complexity, the results obtained have allowed framing the infrastructural characteristics and spaces according to a systemic vision.

In conclusion, the following recommendations are suggested to those who are interested in drafting the RRs regarding CT in the urban environment:

- *CT operators should be involved in the drafting and/or revision of the specific part of the RRs, since they have deep knowledge of the domain;*
- *greater coordination between urban planners and those who draw up CT itineraries is strongly recommended, even with specific references to the quality of the service ([53], [54]);*
- *technical standards must be envisaged not only from a geometric point of view but also from a functional one;*
- *a particular design solution should be supported by a transport type analysis (e.g., the construction of a full-width boarder) and reviewed together with CT operators. Furthermore, it should be simulated before implementation to verify its effectiveness (e.g., CT operators could simulate any obstructions of the vehicle at the stop and evaluate how the type and location of the stop affect the specific stop time);*
- *the main layouts and standards prescribed by the RRs on CT would always be applicable to new constructions, while they would be a reference for the redevelopment of existing itineraries and stops;*
- *RRs should advise CT operators to refer to the function-*

rirsi alla classifica funzionale delle strade come strumento operativo di revisione dei tracciati delle linee.

Le specifiche tecniche riportate in questa nota tecnica potranno essere arricchite in studi futuri mediante i risultati di indagini rivolte alle imprese di trasporto ed agli operatori di esercizio (in riferimento ai fattori lato strada), ai cittadini (in riferimento ai fattori lato marciapiede) oltre a colloqui con i responsabili delle AP (in riferimento ai fattori lato strada e lato marciapiede).

al classification of roads as an operational tool for revising line layouts.

The technical specifications reported in this technical note may be enriched in future studies through the results of surveys aimed at transport companies and operators (with reference to road-side factors), citizens (with reference to footpath-side factors) as well as interviews with the managers of PA (with reference to the road-side and footpath-side factors).

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Ministero dei Lavori Pubblici (1995), "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico. (Art. n. 36 del DL 30/04/1992, n. 285, Nuovo codice della strada)", SO n. 77 alla GU n° 146 del 24.6.1995.
- [2] DL (285/1992), "Nuovo codice della strada", SO alla GU n. 114 del 18.05.1992.
- [3] Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (2001), "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", DM (6792/2001). SO alla GU n. 3. del 4.1.2002.
- [4] DPR (495/1992), "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada".
- [5] Legge (122/1989), "Disposizioni in materia di parcheggi e programma triennale per le aree urbane maggiormente", GU n. 80 del 6.4.1989.
- [6] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Dipartimento delle aree urbane (1991), "Indirizzi attuativi per la fluidificazione del traffico urbano ai fini del risparmio energetico", CM (1196/1991). GU 10.6.1991, n.134.
- [7] Consiglio Nazionale delle Ricerche (1992), "Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane", BU (150/1992).
- [8] Consiglio Nazionale delle Ricerche (1995), "Catalogo delle pavimentazione stradali", BU (178/1995).
- [9] DPR (503/1996), "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche", SO alla GU n. 227 del 27.6.1996.
- [10] Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (1999), "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili", DM (557/1999), GU n. 225 del 26.9.2000.
- [11] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (2006), "Norme funzionali e geometriche per costruzione delle intersezioni stradali", GU n. 170 del 24.7.2006.
- [12] Comune di Bologna (2009), "Regolamento Viario della città di Bologna". Disponibile al link: http://www.comune.bologna.it/media/files/regolamento_viaro_1.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [13] Comune di Palermo (2013), "Regolamento Viario comunale". Disponibile al link: https://www.comune.palermo.it/jsp/server/uploads/regolamenti/_06032019092750.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [14] Comune di Roma (2015), "Regolamento Viario della città di Roma". Disponibile al link: https://romamobilita.it/sites/default/files/pdf/pubblicazioni/Regolamento_viaro_aprile_2015.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [15] Comune di Taranto (2002), "Regolamento Viario della città di Taranto". Disponibile al link: http://www.comune.taranto.it/images/doc/regolamento%20dell%20ente/traffico%20e%20parcheggi/1_Reg.%20viro%20comunale.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [16] Comune di Reggio Emilia (2012), "Regolamento Viario della città di Reggio Emilia". Disponibile al link: <https://www.comune.re.it/retecivica/urp/regolamenti.nsf/PES-TitoloWebCategoria/3A79E4187416300FC1257A0D0027AE24?opendocument>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [17] Comune di Ravenna (2016), "Regolamento Viario della città di Ravenna". Disponibile al link: <http://www.comune.ra.it/Aree-Tematiche/Ambiente-Territorio-e-Mobilita/Mobilita/Piano-Generale-del-Traffico/PGTU-2014>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [18] Comune di Brescia (2018), "Regolamento Viario della città di Brescia". Disponibile al link: <http://www.comune.brescia.it/comune/statutoregolamenti/Documents/UltimeVersioni/REG-VIARIO.pdf>. Consultato il 9 marzo 2020.

OSSERVATORIO

- [19] Comune di Vicenza (1999), "Regolamento Viario della città di Vicenza". Disponibile al link: <https://www.comune.vicenza.it/utilita/documento.php/68895>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [20] Comune di Latina (2005), "Regolamento Viario del comune di Latina". Disponibile al link: <https://www.robertopolli.it/doc/RegolamentoViario/RegolamentoViario.pdf>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [21] Comune di Como (2001), "Regolamento Viario della città di Como". Disponibile al link: http://www.comune.como.it/export/sites/default/it/doc/vas/aggiornamento-pgtu/PGTU_Appendice_C_Reg_viario.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [22] Comune di Carpi (2009), "Regolamento Viario del comune di Carpi". Disponibile al link: <https://www.comune.carpi.mo.it/aree-tematiche/territorio/10470-pgtu/68897-regolamento-viario>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [23] Comune di Legnano (2013). "Regolamento Viario del comune di Legnano". Disponibile al link: http://www.legnano.org/get_content/getfile.cfm?id=10419 Consultato il 9 marzo 2020.
- [24] Comune di Varese (2013), "Regolamento Viario della città di Varese". Disponibile al link: <http://www.comune.varese.it/regolamento-viario-e-classificazione-stradale>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [25] Comune di Lucca (2017), "Regolamento Viario della città di Lucca". Disponibile al link: http://allegatiatti.comune.lucca.it/Anno%202016/PGTU/PGTU%20Lucca%20Allegato%20A%20-%20RV_Rev_Marzo2017.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [26] Comune di Cremona (2018), "Regolamento Viario della città di Cremona". Disponibile al link: <https://www.comune.cremona.it/node/403165>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [27] Comune di Paderno Dugnano (2003), "Regolamento Viario del comune di Paderno Dugnano". Disponibile al link: http://www.comune.paderno-dugnano.mi.it/binary/paderno_dugnano_2011/statuto_regolamenti/Piano_generale_traffico Urbano.1496919237.pdf. Consultato il 9 marzo 2020.
- [28] Comune di Castelfranco Veneto (2012), "Regolamento Viario del comune di Castelfranco Veneto". Disponibile al link: <https://www.comune.castelfrancoveneto.tv.it/public/old/LLPP/PIANO GENERALE TRAFFICO URBANO AGGIORNAMENTO 2016/REGOLAMENTO%20VIARIO.pdf>. Consultato il 9 marzo 2020.
- [29] CORONA G., LILLIU F., VENTURA A. (2005), "Le caratteristiche infrastrutturali e gli spazi per il trasporto pubblico locale". In Busi R. (a cura di) "Elementi per la redazione del regolamento viario". Egaf Edizioni, pp. 1-256.
- [30] LEVINSON H. S. (2003), "Bus rapid transit on City Streets, How Does it work." Second urban Street Symposium, Anaheim, CA.
- [31] BARABINO B., BARMINA G., Salis S. (2010), "Un confronto in termini economici dei "Metodi di priorità" per il trasporto collettivo urbano". Ingegneria Ferroviaria, Vol. 65, (1), pp. 49-63.
- [32] National Association of City Transportation Officials, NACTO (2016). "Global Street Design Guide, Global Designing cities initiative", Island Press. ISBN: 978-1-61091-494-9.
- [33] AA.VV. (2011), "Good, better, best. The city of Copenhagen's Bicycle strategy 2011-2025". Disponibile al link: https://www.eltis.org/sites/default/files/case-studies/documents/copenhagens_cycling_strategy.pdf Consultato il 9 marzo 2020.
- [34] AA.VV. (2017), "Linee guida cantonali. Concezione delle fermate del trasporto pubblico su gomma. Pianificazione, ubicazione, posizionamento, progettazione, arredo, informazione, dotazione, finanziamento e procedure". Dipartimento del territorio, Sezione della mobilità della Repubblica e Cantone Ticino.
- [35] CORAZZA M.V., MUSSO A. (2015), "La fermata nel trasporto pubblico urbano: criteri per il dimensionamento, l'assetto funzionale e l'accessibilità". In Corona G., Festa D.C., "Trasporto Pubblico Locale - Risorse, Pianificazione ed Esercizio", Ed. EGAF, pp. 1-927, ISBN 978-88-8482-631-2.
- [36] FITZPATRICK K., HALL K., PERKINSON, D. (1996), "Guidelines for the Location and Design of Bus Stops", Transit Cooperative Research program, Report 19. Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C.
- [37] In MATERNINI G. e FOINI S. (a cura di) (2009), "Linee guida per la realizzazione delle fermate del trasporto pubblico locale", Ed. EGAF, pp. 1-176, ISBN 978-88-8482-301-4.
- [38] HATAMI, F., MAHJOOBIN, M. H., HATAMI, F. (2016), "Design and construction of bus stop shelter using composite materials and new building technology". *Turkish online journal of design art and communication*, 6, 2672-2689.

OSSERVATORIO

- [39] Bus Priority Team (2006), "Accessible bus stop design guidance". Transport for London. Disponibile al link: www.tfl.gov.uk. Consultato il 13 Marzo 2020.
- [40] AA.VV. (2012), "Le fermate del trasporto pubblico locale. Guida metodologica alla progettazione". Documento redatto da Provincia di Brescia, Università degli Studi di Brescia, A.L.O.T. s.c.a.r.l.
- [41] Associazione Trasporti ASSTRA (2016). "Linee guida per la realizzazione delle fermate del trasporto pubblico su gomma".
- [42] MATERNINI, G., GUGA, A. (2018), "Some infrastructural elements for cyclists' injury prevention." Town and Infrastructure Planning for Safety and Urban Quality - Proceedings of the 23rd International Conference on Living and Walking in Cities, LWC 2017, pp. 429-440.
- [43] GIULIANI F., MERUSI F. (2009), "Le pavimentazioni stradali nelle fermate del trasporto pubblico". In MATERNINI G., FOINI S. (a cura di) "Linee guida per la realizzazione delle fermate di trasporto pubblico locale". Egaf Edizioni, pp. 107-118.
- [44] BARABINO B. (2015), Affidabilità del servizio: le soluzioni. In Corona G., Festa D.C., "Trasporto Pubblico Locale - Risorse, Pianificazione ed Esercizio", Ed. EGAF, pp. 1-927, ISBN 978-88-8482-631-2.
- [45] AA.VV. (2011). "National Cycle Manual". National Transport Authority.
- [46] CORAZZA M.V. and FAVARETTO N. (2019), "A methodology to evaluate accessibility to bus stops as a contribution to improve sustainability in urban mobility". *Sustainability*, 11(3), p. 803.
- [47] CORAZZA M.V., MUSSO A., KARLSSON M.A. (2017), "More accessible bus stops: Results from the 3iBS research project" In Transport Infrastructure and Systems; DELL'ACQUA G., WEGMAN F. Eds.; CRC Press/Taylor & Francis Group: London, UK, 2017; pp. 641-650.
- [48] Greater Cleveland Regional Transit Authority (2007), "Bus Stop Design Guidelines." RPTA Bus Stop Program and Standards.
- [49] AUTELITANO F., GIULIANI F., MATERNINI G. (2017), "Progetto geometrico dei percorsi pedonali". In GIULIANI F., MATERNINI G. (a cura di) "Percorsi pedonali", EGAF Edizioni srl, Forlì.
- [50] TRB (Transportation Research Board). (2016). "Highway capacity manual 6th edition". A guide for multimodal mobility analysis.
- [51] COLOMBO R.M., FACCHI, G., MATERNINI G., ROSINI M.D. (2008, June). On the continuum modeling of crowds. In *Proceedings of Hyp2008-the twelfth International Conference on Hyperbolic Problems held in the University of Maryland, College Park*, pp. 517-526.
- [52] BARABINO B., CABRAS N. A., CONVERSANO C., OLIVO A. (2020). An Integrated Approach to Select Key Quality Indicators in Transit Services. *Social Indicators Research*, 149:1045-1080. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02284-0>.
- [53] UNI (11248:2007). "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche".
- [54] BARABINO B., DEIANA E., MOZZONI S. (2013), "The quality of public transport service: the 13816 standard and a methodological approach to an Italian case", Ingegneria Ferroviaria, Vol. 68, issue 5, pp. 475-499.
- [55] BARABINO B. (2018), "Automatic recognition of 'low-quality' vehicles and bus stops in bus services". Public Transport, Vol. 10, issue 2, pp. 257-289. <https://doi.org/10.1007/s12469-018-0180-8>.
- [56] BONERA M., MATERNINI G., PARKHURST G., PADDEU D., CLAYTON W., VETTURI D. (2020). *Travel experience on board urban buses: A comparison between Bristol and Brescia European Transport* - Trasporti Europei n° 76.
- [57] BONERA M., MATERNINI G., CLAYTON W., PADDEU D., PARKHURST G. *Analysis of the passengers' experience and travel time use on board urban buses. The case of Brescia | Analisi dell'esperienza ed utilizzo del tempo di viaggio dei passeggeri di autobus urbani. Il caso di Brescia*. Ingegneria Ferroviaria, vol.73 n. 12, pp. 1007-1030.
- [58] OLIVO A., MATERNINI G., BARABINO B. (2019). *Empirical Study on the Accuracy and Precision of Automatic Passenger Counting in European Bus Services. The Open Transportation Journal*, 13(1). doi: <http://dx.doi.org/10.2174/1874447801913010250>.
- [59] NITTI M., PINNA F., PINTOR L., PILLONI V., BARABINO B. (2020). *iABACUS: A Wi-Fi-Based Automatic Bus Passenger Counting System*. *Energies*, 13(6), 1446. doi:<https://doi.org/10.3390/en13061446>.