

**MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
ISPETTORATO GENERALE PER LA CIRCOLAZIONE E LA
SICUREZZA STRADALE**

**NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE
PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE**

(ESTATTO AD USO DIDATTICO) AVVERTENZA

Il documento è pubblicato nella versione corretta a seguito delle osservazioni formulate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, all'atto dell'emissione dei relativi pareri di approvazione.

Si avverte che il documento per essere cogente ai sensi dell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, deve ancora essere approvato con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici.



☆ Roma, gennaio 2001 - Gennaio 2002 ☆

Il presente documento è stato approvato in data 13.11.1998 dalla “Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade”, costituita con Decreto del Presidente del CNR n. 13465 del 11 settembre 1995, così composta:

PRESIDENTE

Prof. Pietro **GIANNATTASIO** - Università di Napoli

MEMBRI

Prof. Michele AGOSTINACCIO	Università di Napoli	Prof. Orazio GIUFFRE'	Università di Palermo
Prof. Aurelio AMODEO	Università di Trieste	Prof. Giuseppe IMBESI	Univ. di Roma “La Sapienza”
Prof. Antonio BENINI †	già Univ. di Roma “La Sapienza”	Ing. Corrado LOSCHIAVO	Ministero dei Lavori Pubblici
Prof. Mario BORDIN	Università di Udine	Prof. Franco MACERI	Univ. Roma “Tor Vergata”
Ing. Alberto BRACCHI	Ministero dei Lavori Pubblici	Ing. Pietro MAGGIOROTTI	Ministero dei Lavori Pubblici
Prof. Alberto BUCCHI	Università di Bologna	Prof. Aurelio MARCHIONNA	Università di Roma III
Ing. Gabriele CAMOMILLA	AIPCR	Ing. Francesco MAZZIOTTA	Ministero dei Lavori Pubblici
Ing. Luciano CAROTI	Università di Pisa	Prof. Giorgio MORALDI	già Univ. di Roma “La Sapienza”
Ing. Vittorio CASTAGNETTA	Genova	T.Col. Pietro PIGNATARO	Min.Difesa Aeron. Militare
Ing. Pasquale CIALDINI	Ministero dei Lavori Pubblici	Ing. Lucio QUAGLIA	A.I.I.T.
Ing. Carlo CIDDA	A.I.S.C.A.T.	Prof. Alessandro RANZO	Univ. Roma “La Sapienza”
Prof. Mariano CUPO-PAGANO	Univ. di Roma “La Sapienza”	Prof. Felice SANTAGATA	Università di Ancona
Prof. Antonino D'ANDREA	Università di Catania	Prof. Ugo Maria S. SCHIAVONI	Univ. Roma “Tor Vergata”
Ing. Fulvio DE PAOLIS	A.N.A.S.	Ing. Goffredo SILVESTRO	Ministero dei Lavori Pubblici
Prof. Renato DI MARTINO	già Università di Napoli	Ing. Giancarlo STORTO	Ministero dei Lavori Pubblici
Prof. Lorenzo DOMENICHINI	Università di Messina	dott. Attilio ZOCCA	Ferrovie dello Stato
Ing. Aldo FRANCHI	ICITE-CNR		

COMPONENTI DEL GRUPPO DI LAVORO **“Caratteristiche geometriche e funzionali delle strade”**

COORDINATORE

Prof. Ing. Aurelio **AMODEO**

MEMBRI

Prof. Michele **AGOSTINACCIO**
Prof. Mario **BORDIN**
Prof. Luciano **CAROTI**
Ing. Carlo **CIDDA**
Ing. Pasquale **CIALDINI**
Prof. Antonio **D' ANDREA**
Prof. Lorenzo **DOMENICHINI**
Prof. Pietro **GIANNATTASIO**
Prof. Orazio **GIUFFRE'**
Prof. Giuseppe **IMBESI**
Prof. Aurelio **MARCHIONNA**
Ing. Lucio **QUAGLIA**
Prof. Alessandro **RANZO**
Prof. Felice **SANTAGATA**
Prof. Ugo Maria **SCHIAVONI SCHIAVONI**

Hanno anche partecipato ai lavori

Prof. Bruno **CRISMAN**
Ing. Massimo **LOSA**
Ing. Vittorio **NICOLOSI**

INDICE DEL RAPPORTO

COMMISSIONE DI STUDIO PER LE NORME RELATIVE AI MATERIALI STRADALI E COSTRUZIONE E MANUTENZIONE STRADE	pag.	I
COMPONENTI DEL GRUPPO DI LAVORO		I
REDAZIONE DEL RAPPORTO		II
INDICE DEL RAPPORTO		III
INTRODUZIONE		1
CAP. 1 DEFINIZIONI E RIFERIMENTI NORMATIVI		2
CAP. 2 LE RETI STRADALI		4
CAP. 3 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E CRITERI COMPOSITIVI DELLA PIATTAFORMA		9
3.1 Premessa		9
3.2 Individuazione delle categorie di traffico		9
3.3 Elementi costitutivi dello spazio stradale		13
3.4 Caratteristiche geometriche e di traffico delle sezioni		17
3.4.1 Numero delle corsie per senso di marcia		18
3.4.2 Larghezza delle corsie		18
3.4.3 Larghezza del margine interno e del margine laterale		18
3.4.4 Livello di servizio		18
3.4.5 Portata di servizio		18
3.4.6 Larghezza del marciapiede		18
3.4.7 Regolazione della sosta		19
3.4.8 Regolazione dei mezzi pubblici		19
3.5 Strade locali a destinazione particolare		19
3.6 Esempi di organizzazione della piattaforma stradale		20
CAP. 4 ORGANIZZAZIONE DELLA SEDE STRADALE		32
4.1 Sezione stradale in sede artificiale		32
4.1.1 Opere di scavalco e sottopassi		32
4.1.2 Gallerie		36
4.2 Corsie supplementari per veicoli lenti		40
4.3 Elementi marginali e di arredo della sede stradale		42
4.3.1 Margine interno		42
4.3.2 Margine laterale		42
4.3.3 Margine esterno		42
4.3.4 Cigli e cunette		43
4.3.5 Marciapiedi		43
4.3.6 Piazzole di sosta		46
4.3.7 Dispositivi di ritenuta ed altri elementi di arredo funzionale		46

CAP. 5	GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE	pag. 47
5.1	Distanze di visibilità	47
5.1.1	Visuali libere	47
5.1.2	Distanza di visibilità per l'arresto	47
5.1.3	Distanza di visibilità per il sorpasso	52
5.1.4	Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia	52
5.1.5	Applicazioni progettuali	52
5.2	Andamento planimetrico dell'asse	54
5.2.1	Criteri di composizione dell'asse	54
5.2.2	Elementi del tracciato planimetrico	54
5.2.3	Pendenze trasversali della piattaforma nei rettifili	56
5.2.4	Pendenze trasversali della piattaforma in funzione del raggio delle curve circolari e della velocità	57
5.2.5	Curve a raggio variabile	61
5.2.6	Pendenze trasversali nelle curve a raggio variabile	67
5.2.7	Allargamento della carreggiata in curva	69
5.3	Andamento altimetrico dell'asse	75
5.3.1	Elementi del profilo altimetrico	75
5.3.2	Raccordi verticali	76
5.3.3	Raccordi verticali convessi (dossi)	78
5.3.4	Raccordi verticali concavi (sacche)	80
5.4	Diagramma delle velocità	82
5.4.1	Lunghezza di transizione	82
5.4.2	Distanza di riconoscimento	83
5.4.3	Costruzione del diagramma delle velocità	83
5.4.4	Esame del diagramma delle velocità	86
5.5.	Coordinamento piano-altimetrico	86
5.5.1	Posizione del raccordo verticale	86
5.5.2	Difetti di coordinamento fra elementi planimetrici ed altimetrici	87
5.5.3	Perdita di tracciato	87

INTRODUZIONE

In attuazione dell'art. 13 del D. Lgs 30 aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modificazioni, il Ministro dei Lavori Pubblici emana le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";

Dette norme, devono essere improntate anche alla sicurezza della circolazione di tutti gli utenti della strada, alla riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico, ed al rispetto dell'ambiente e di immobili di notevole pregio architettonico o storico.

Per la redazione di queste norme il Ministro dei LL.PP. ha sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Non ancora approvato con decreto Ministero LL.PP.

CAP. 1 - DEFINIZIONI E RIFERIMENTI NORMATIVI

Si definisce "strada" l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Le norme che formano oggetto di questo testo definiscono i criteri per la progettazione degli aspetti funzionali e degli elementi geometrici delle strade, in relazione alla loro classificazione secondo il Codice della strada. La qualificazione funzionale delle strade è basata sui tipi di utenti e di attività ammesse sulle strade stesse, tenuto conto della situazione ambientale in cui esse sono inserite. I criteri di progettazione riguardano gli elementi geometrici dell'asse e della piattaforma delle strade urbane ed extraurbane, affinché la circolazione degli utenti ammessi si svolga con sicurezza e regolarità. Nello specifico, per i veicoli motorizzati le presenti norme perseguono lo scopo di indurre i conducenti a non superare i valori di velocità posti a base della progettazione.

La domanda di trasporto, individuata dal volume orario di traffico, dalla sua composizione e dalla velocità media di deflusso, determina, come scelta progettuale, la sezione stradale e l'intervallo della velocità di progetto. In particolare, la scelta del numero di corsie di marcia della sezione stradale e della loro tipologia definisce l'offerta di traffico, mentre la scelta dell'intervallo di velocità di progetto condiziona, in relazione all'ambiente attraversato dall'infrastruttura, le caratteristiche plano-altimetriche dell'asse e le dimensioni dei vari elementi della sezione.

Con il termine "intervallo di velocità di progetto" si intende il campo dei valori in base ai quali devono essere definite le caratteristiche dei vari elementi di tracciato della strada (rettifili, curve circolari, curve a raggio variabile). Detti valori variano da elemento ad elemento, allo scopo di consentire al progettista una certa libertà di adeguare il tracciato al territorio attraversato.

Il limite superiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi meno vincolanti del tracciato, date le caratteristiche di sezione della strada. Essa è comunque almeno pari alla velocità massima di utenza consentita dal Codice per i diversi tipi di strada (limiti generali di velocità).

Il limite inferiore dell'intervallo è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti per una strada di assegnata sezione.

Nel fissare le velocità di progetto di due elementi successivi e contigui del tracciato stradale si dovrà evitare l'adozione dei valori minimo e massimo dell'intervallo prefissato. Inoltre il passaggio da un elemento con una certa velocità di progetto ad un altro con velocità di progetto sensibilmente diversa dovrà avvenire con i criteri di gradualità successivamente prescritti.

Si osservi che, in situazioni favorevoli per conformazione del territorio interessato dal tracciato e per assenza di vincoli di qualunque tipo, è consigliabile, senza un sensibile aggravio dei costi di costruzione, adottare per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti, una velocità di riferimento maggiore del limite inferiore dell'intervallo previsto.

Le norme di questo testo si riferiscono alla costruzione di tutti i tipi di strade previste dal Codice, con esclusione di quelle di montagna collocate su terreni morfologicamente difficili, per le quali non è generalmente possibile il rispetto dei criteri di progettazione di seguito previsti.

Inoltre queste norme non considerano particolari categorie di strade urbane, quali ad esempio quelle collocate in zone residenziali, che necessitano di particolari arredi, quali anche i dispositivi per la limitazione della velocità dei veicoli, né quelle locali a destinazione particolare. Parimenti, esse non riguardano la progettazione geometrica e funzionale delle intersezioni.

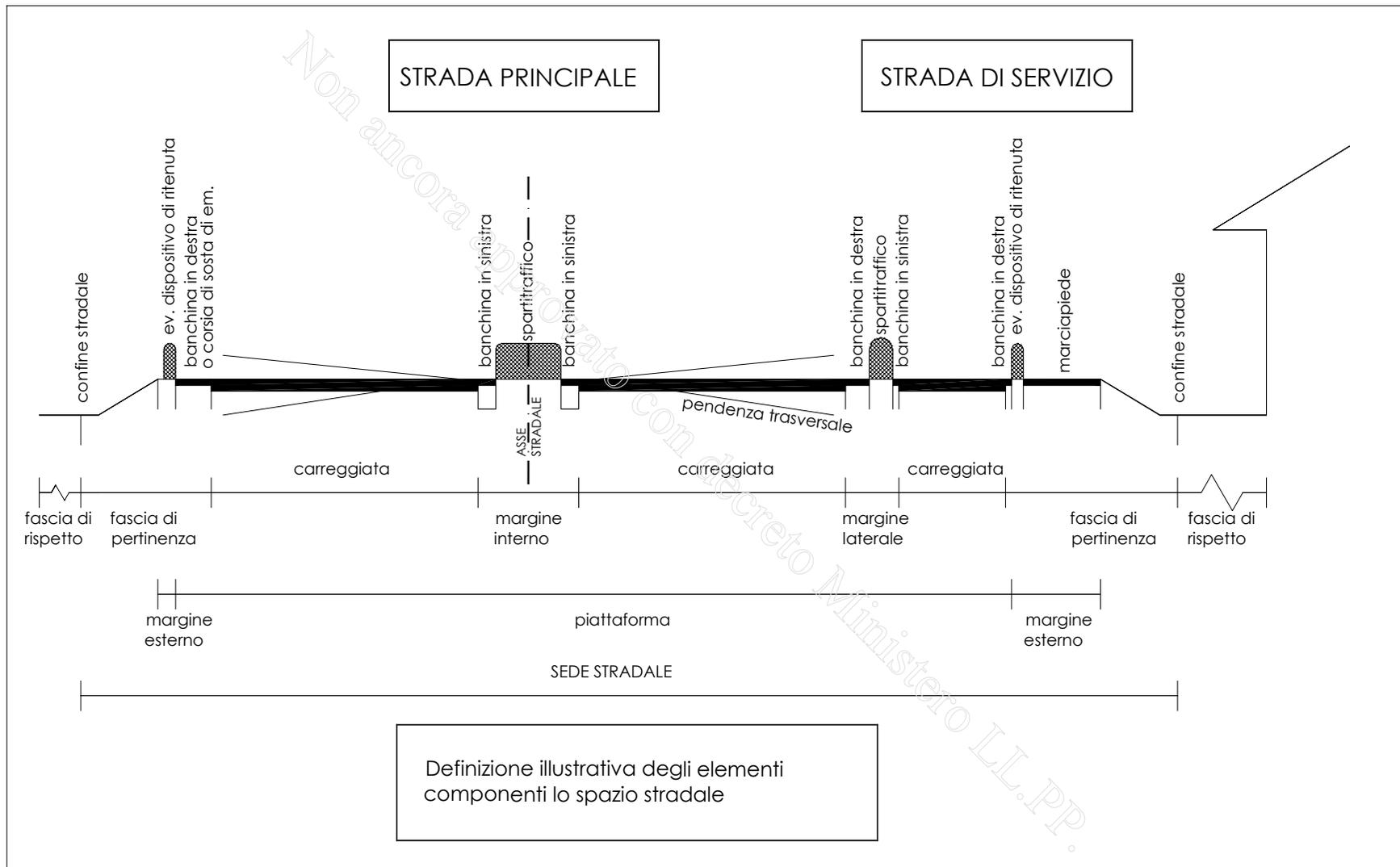
Interventi su strade esistenti vanno effettuati adeguando alle presenti norme, per quanto possibile, le caratteristiche geometriche delle stesse, in modo da soddisfare nella maniera migliore le esigenze della circolazione. La transizione tra tratti adeguati e tratti in cui l'adeguamento è stato ritenuto non possibile dovrà essere convenientemente risolta ad evitare l'introduzione di ulteriori situazioni di pericolosità.

Per quanto riguarda le distanze minime - in parallelo alla strada - a protezione della piattaforma e delle pertinenze, occorre fare riferimento al Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice - D.P.R. 16.12.1992 n.° 495 - artt. 26, 27 e 28.

Pertanto si raccomanda alla sensibilità del progettista la previsione progettuale vincolante di idonei distanziamenti, rispetto la strada, di recinzioni, alberature, esercizi di vendita ecc., in modo tale da non pregiudicare la sicurezza di tutti gli utenti e la scorrevolezza del traffico.

Rimane inoltre ai progettisti la possibilità di proporre soluzioni innovative rispetto le seguenti norme, con l'obbligo che esse debbano venir comunque approvate secondo le modalità precisate all'art. 13 del Codice. (... segue ESTRATTO)

Fig. 3.3.a



TAB. 3.4.a - COMPOSIZIONE DELLA CARREGGIATA

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto		Larghezza della corsia di marcia (m)	Larghezza min, dello spartitraffico (m)	Larghezza min, della banchina in sinistra (m)	Larghezza min, della banchina in destra (m)	Larghezza della corsia di emergenza (m)
					Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale 130	2 o più	90	140	3,75	2,6	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio 90	1 o più	40	100	3,50 **	-	0,50	1,25	-
		URBANO	strada principale 130	2 o più	80	140	3,75	1,8	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio 50	1 o più	40	60	3,00 * **	-	0,50	0,50	-
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale 110	2 o più	70	120	3,75	2,50 ***	0,50	1,75	-
			eventuale strada di servizio 90	1 o più	40	100	3,50 **	2,00 ****	0,50	1,25	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1 90 strada principale	1	60	100	3,75	-	-	1,50	-
			C2 90	1	60	100	3,50	-	-	1,25	-
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale 70	2 o più	50	80	3,25 *	1,8	0,50	1,00	-
			eventuale strada di servizio 50	1 o più	25	60	2,75 **	-	0,50	0,50	-
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO	strada principale 50	1 o più	40	60	3,00 * **	-	-	0,50	-
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1 90 strada principale	1	40	100	3,50	-	-	1,00	-
			F2 90	1	40	100	3,25	-	-	1,00	-
		URBANO	strada principale 50	1 o più	25	60	2,75 **	-	-	0,50	-

C₁ - F₁ = strada extraurbana a traffico sostenuto

C₂ - F₂ = strada extraurbana a traffico limitato

* m 3,50 per una corsia per senso di marcia, se strada percorsa da autobus.

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

*** per spartitraffico che ricade nel margine interno

**** per spartitraffico che ricade nel margine laterale

***** in assenza di corsia di emergenza

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Larghezza min, del margine interno (m)	Larghezza min, del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv./ora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)	Regolazione della sosta	Regolazione dei mezzi pubblici	Regolazione del traffico pedonale	Accessi
1	2	3	4	13	14	15	16	17	18	19	20	21
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale 130	4,0 (a)	6,1 (b)	B (2 o più corsie)	1100	-	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio 90	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1350	-	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
		URBANO	strada principale 130	3,2 (a)	5,3 (b)	C (2 o più corsie)	1550	-	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio 50	-	-	D (1 corsia) D (2 o più corsie)	1150 (d) 1650	1.50	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi protetti	Ammessi
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale 110	3,5 (a)	4,25 (b)	B (2 o più corsie)	1000	-	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate o in piazzole di sosta	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite apposite	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio 90	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1200	-	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1 90 strada principale C2 90	-	-	C (1 corsia)	600 (e)	-	Ammissa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale 70	2,8 (a)	3,30(b)	CAPACITA' (c)	950	1.50	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Corsia riservata e/o fermate organizzate	Su marciapiedi protetti	Esclusi
			eventuale strada di servizio 50	-	-	CAPACITA' (c)	800	1.50	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata	Su marciapiedi	Ammessi
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO	strada principale 50	0,50 (segnaletica orizz.)	-	CAPACITA' (c)	300	1.50	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi	Ammessi
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1 90 strada principale F2 90	-	-	C (1 corsia)	450 (e)	-	Ammissa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
		URBANO	strada principale 50	-	-	CAPACITA' (c)	300	1.50	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzola di fermata	Su marciapiedi	Ammessi

(a) colonne 9 + (10x2).

(b) colonne 9 + 10 della strada di servizio + 11 o 12.

(c) in questo caso il livello di servizio non dipende solo dagli elementi geometrici, ma anche dalla regolazione delle intersezioni (ad es, durata di un ciclo semaforico, tempo di verde).

(d) nell'ipotesi di flusso 100% in una direzione e percentuale di visibilità per il sorpasso 0%.

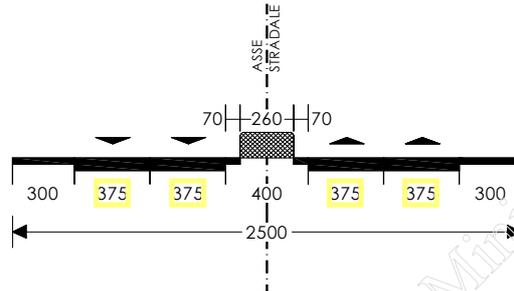
(e) nell'ipotesi di flussi bilanciati nei due sensi (percentuale di visibilità per il sorpasso 100%).

CATEGORIA A AUTOSTRADE

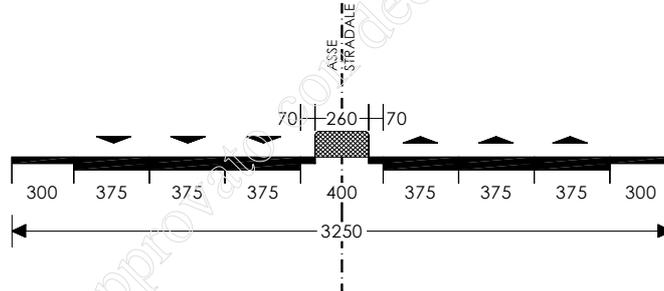
AMBITO EXTRAURBANO

Principale	Servizio
Vp min. 90	Vp min. 40
Vp max. 140	Vp max. 100

Soluzione base a 2+2 corsie di marcia



Soluzione a 3+3 corsie di marcia



Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio a 1 o 2 corsie di marcia

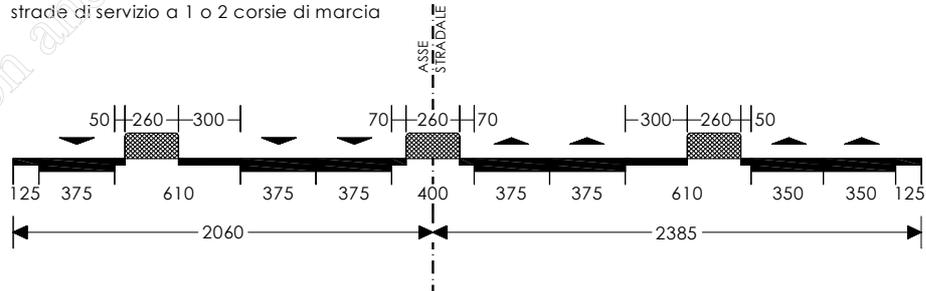


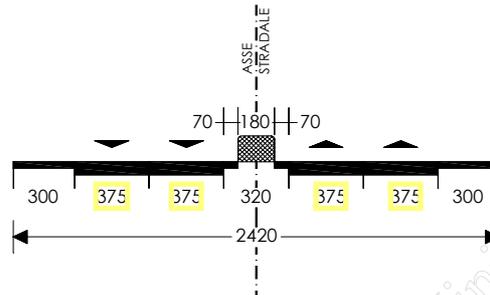
Fig. 3.6.a

CATEGORIA A AUTOSTRADALE

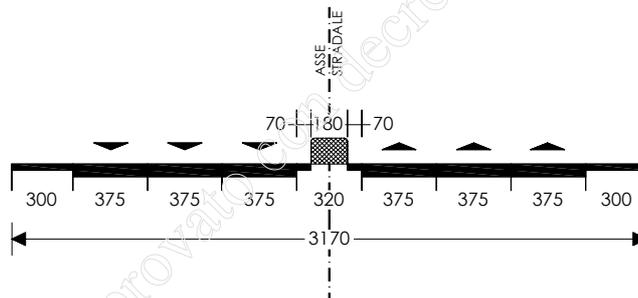
AMBITO URBANO

Principale	Servizio
Vp min. 80	Vp min. 40
Vp max. 140	Vp max. 60

Soluzione base a 2+2 corsie di marcia



Soluzione a 3+3 corsie di marcia



Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio a 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus

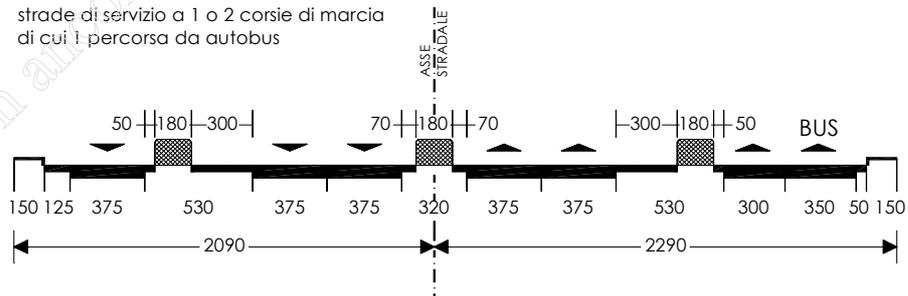
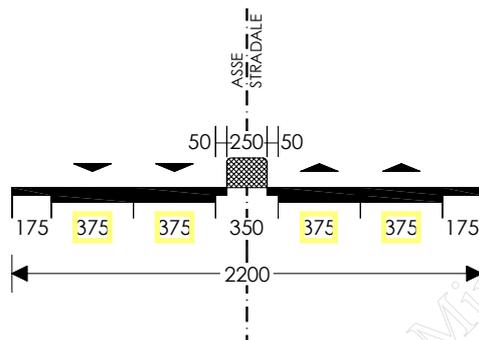


Fig. 3.6.b

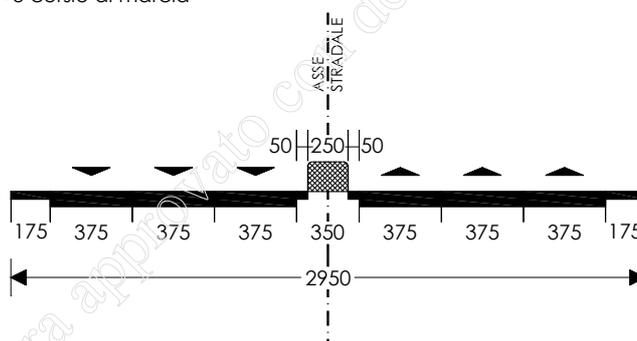
CATEGORIA B EXTRAURBANE PRINCIPALI

Principale	Servizio
Vp min. 70	Vp min. 40
Vp max. 120	Vp max. 100

Soluzione base a 2+2 corsie di marcia



Soluzione a 3+3 corsie di marcia



Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio a 1 o 2 corsie di marcia

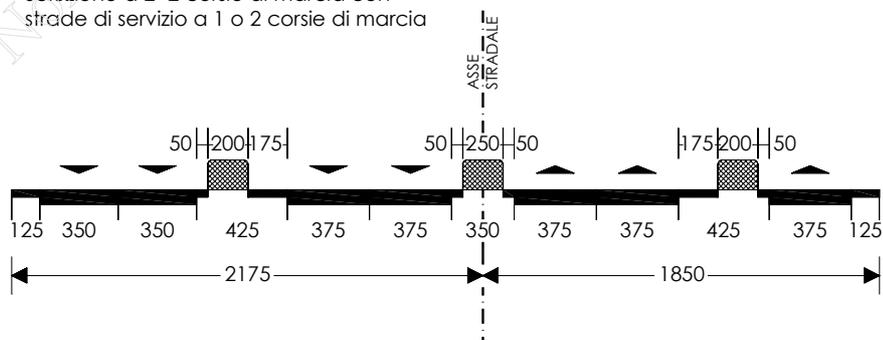
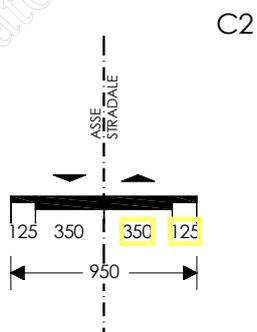
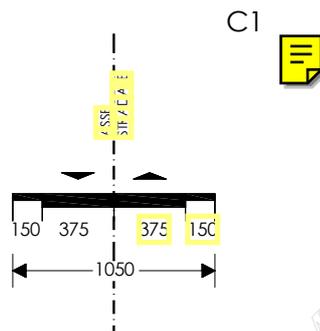


Fig. 3.6.c

Soluzione base 2 corsie di marcia

Principale
Vp min. 60
Vp max. 100



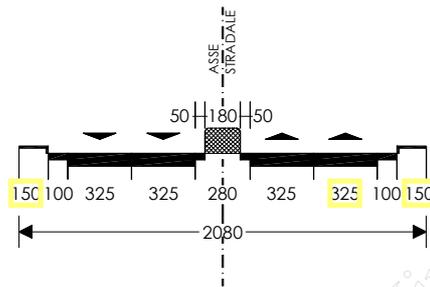
Non ancora approvato con decreto Ministero LL.PP.

Fig. 3.6.d

CATEGORIA D URBANE DI SCORRIMENTO

Principale	Servizio
Vp min. 50	Vp min. 25
Vp max. 80	Vp max. 60

Soluzione base a 2+2 corsie di marcia



Soluzione a 3+3 corsie di marcia

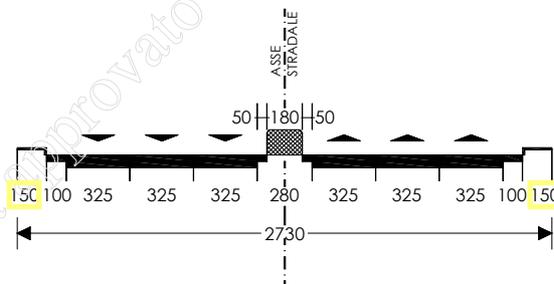
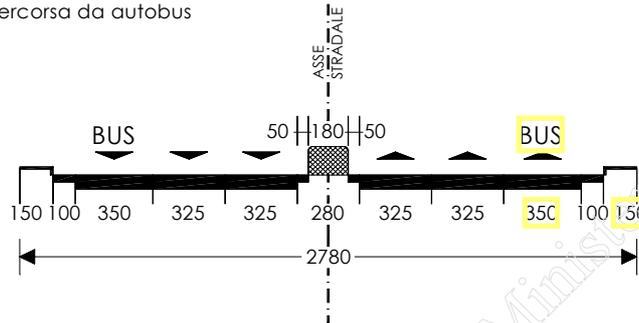


Fig. 3.6.e

CATEGORIA D URBANE DI SCORRIMENTO

Principale	Servizio
Vp min. 50	Vp min. 25
Vp max. 80	Vp max. 60

Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus



Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus

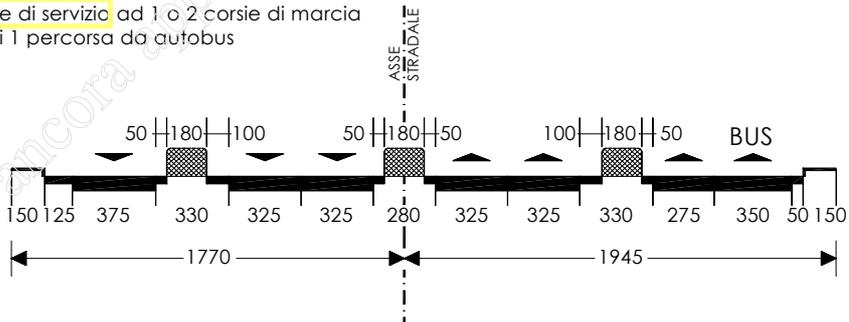
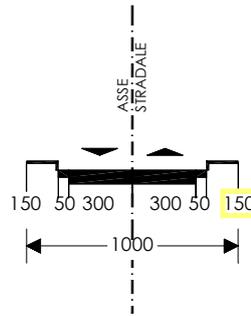


Fig. 3.6.f

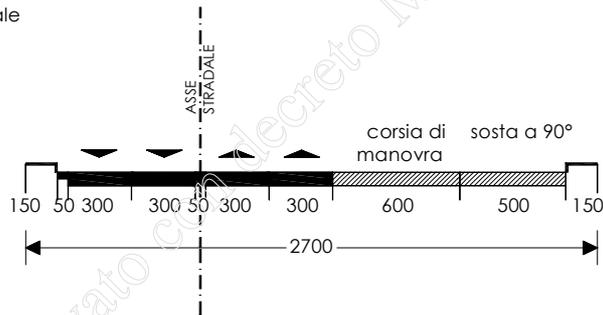
CATEGORIA E URBANE DI QUARTIERE

Principale
Vp min. 40
Vp max. 60

Soluzione base a 1+1 corsie di marcia



Soluzione a 2+2 corsie di marcia con fascia di sosta laterale



Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus

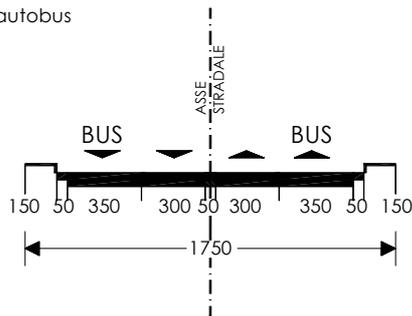


Fig. 3.6.g

CATEGORIA F LOCALI

AMBITO EXTRAURBANO

Principale
Vp min. 40
Vp max. 100

Soluzione base a 2 corsie di marcia

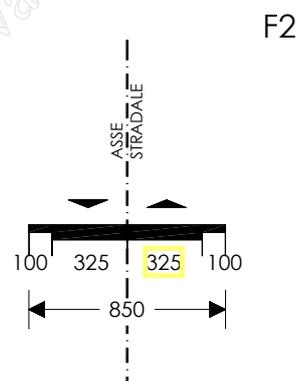
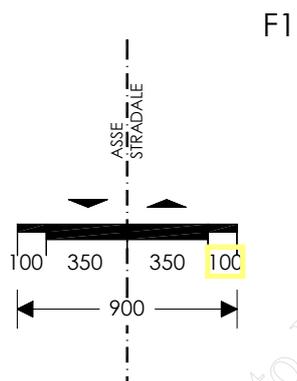


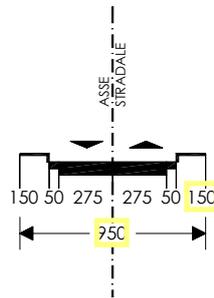
Fig. 3.6.h

CATEGORIA F LOCALI

AMBITO URBANO

Principale
Vp min. 25
Vp max. 60

Soluzione base a 2 corsie di marcia



Soluzione a 2 corsie di marcia con due file di stalli

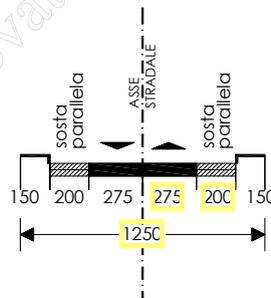


Fig. 3.6.i

CAP. 4 - ORGANIZZAZIONE DELLA SEDE STRADALE

4.1 SEZIONE STRADALE IN SEDE ARTIFICIALE.

4.1.1 Opere di scavalcamento e sottopassi (ESTRATTO)

Sulle opere di scavalcamento (ponti, viadotti, sovrappassi) devono essere mantenute invariate le dimensioni degli elementi componenti la piattaforma stradale, relative al tipo di strada di cui fanno parte dette opere. A margine della piattaforma delle strade extraurbane e delle autostrade urbane devono essere predisposti dispositivi di ritenuta (vedi par. 4.3.7) e/o parapetti di altezza non inferiore a m. 1,00 (Fig. 4.1.1.a), (vedi D.M. 4/5/90 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali”, par. 3.11). Inoltre deve essere valutata l’opportunità di predisporre una adeguata protezione del traffico sottostante, sia esso stradale o ferroviario, con l’adozione di reti di conveniente altezza.

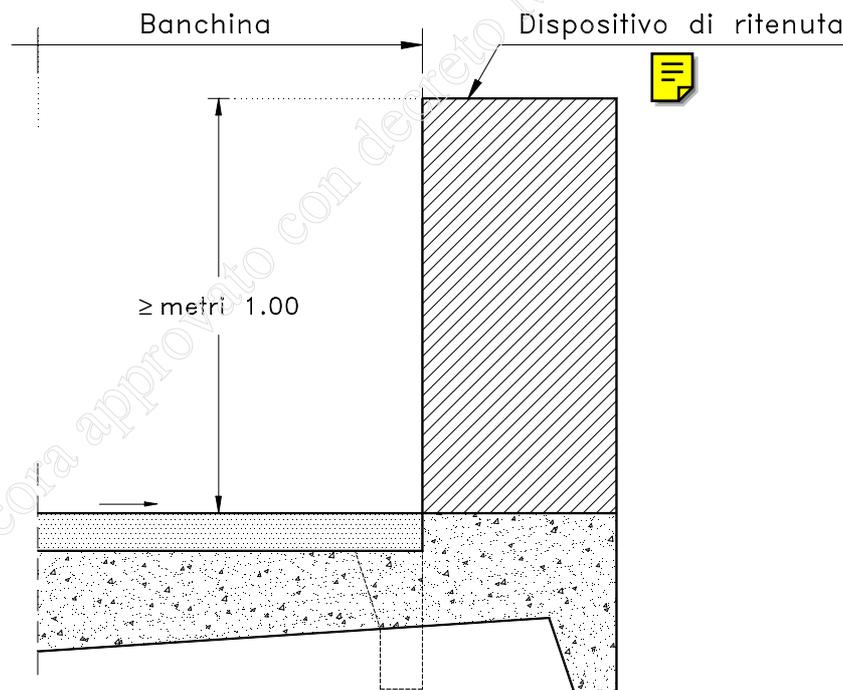


Fig. 4.1.1.a

Qualora si tratti di strade urbane di tipo D, occorre introdurre sul lato destro di ciascuna carreggiata e al di là della banchina un marciapiede, di larghezza adeguata ma non minore di metri 1,50, delimitato verso la banchina da un ciglio sagomato e protetto da dispositivo di ritenuta invalicabile (Fig. 4.1.1.b). Il ciglio in figura può essere eliminato qualora si adottino barriere continue in calcestruzzo.

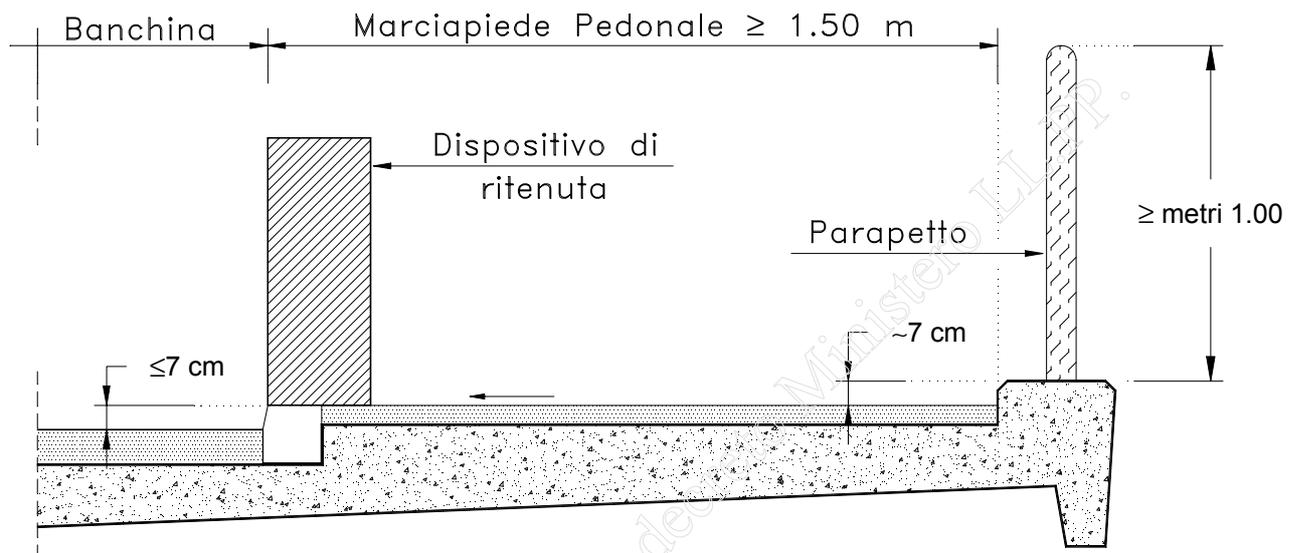


Fig. 4.1.1.b

Nelle strade tipo E ed F in ambito urbano e nelle strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento, il marciapiede sarà delimitato verso la banchina da un ciglio non sormontabile sagomato (cordolo se marciapiede a raso), di altezza non superiore a 15 cm e con parapetto o barriera parapetto al limite esterno (Fig. 4.1.1.c).

Nel caso di carreggiate separate o indipendenti, il marciapiede deve essere disposto solo sul lato destro.

Soluzioni analoghe a quelle sopra descritte devono essere adottate in caso di corpi stradali in rilevato, delimitati da opere di sostegno a tutta altezza.

Nella progettazione di un'opera di sovra/sottopasso, la piattaforma della strada sottostante deve mantenere immutate le proprie dimensioni e composizione. Le strutture di sostegno dell'opera di scavalco dovranno essere previste al di fuori della piattaforma e comunque a distanza non inferiore a quella compatibile con il corretto funzionamento dei dispositivi di ritenuta (Fig. 4.1.1.d).

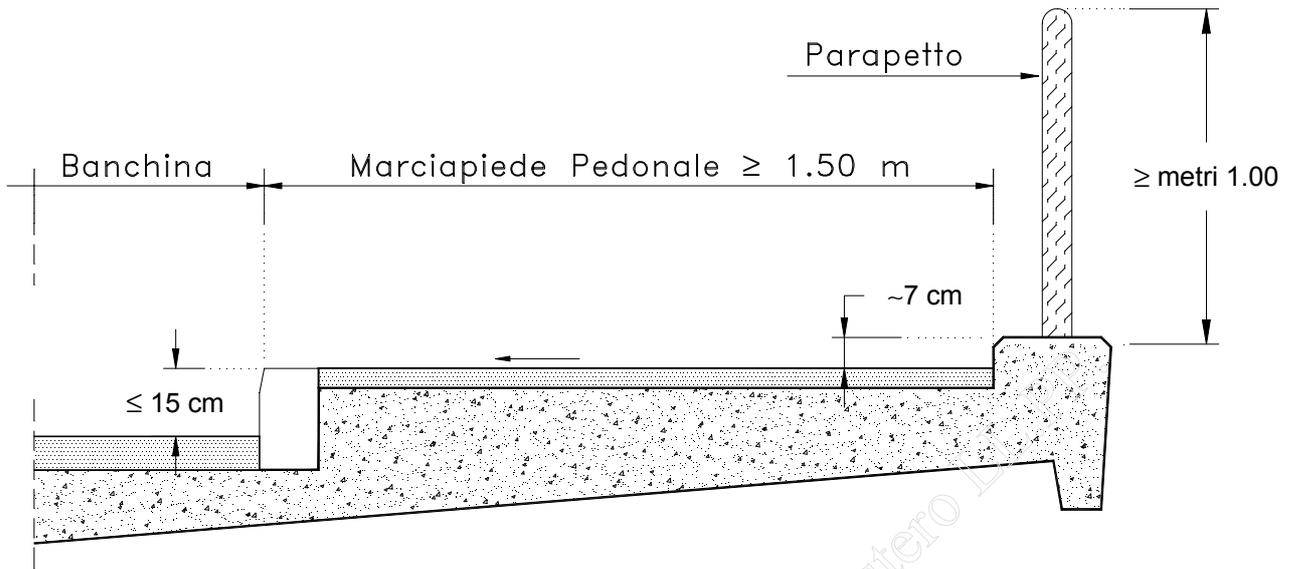


Fig. 4.1.1.c

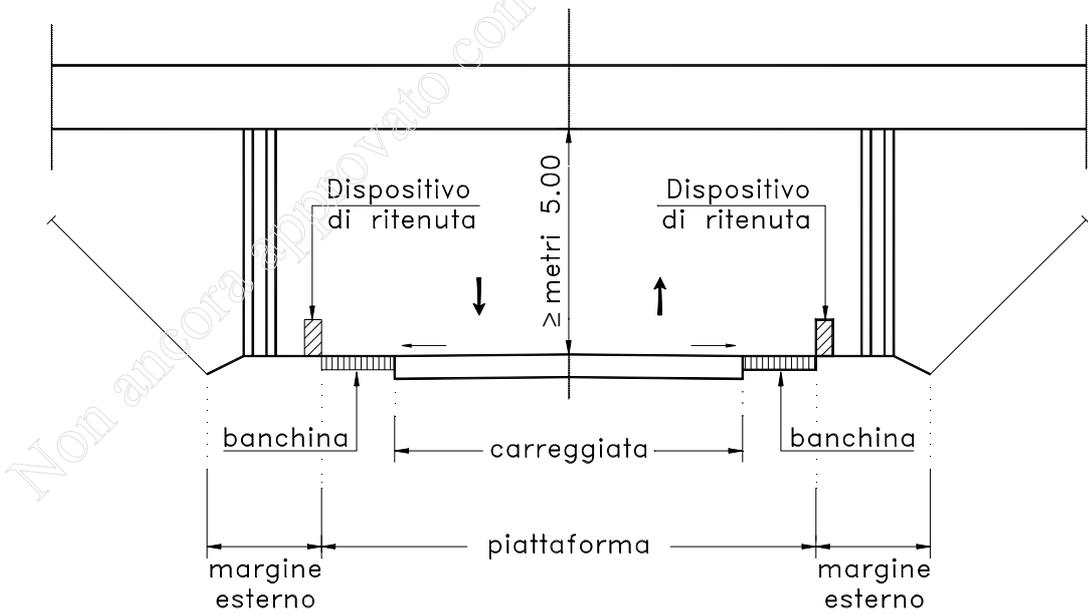


Fig. 4.1.1.d

4.3.4 Cigli e cunette. (ESTRATTO)

Le banchine devono essere raccordate con gli elementi marginali contigui dello spazio stradale (scarpate, cunette, marciapiedi ecc.) mediante elementi di raccordo che possono essere costituiti, a seconda delle situazioni, da arginelli, o fasce di raccordo (cigli), destinati ad accogliere eventuali dispositivi di ritenuta o elementi di arredo. In taluni casi detti elementi di raccordo possono anche mancare. Le dimensioni di tali elementi sono precisate nelle Figg. 4.3.4.a/b/c/d.

L'arginello dovrà avere una altezza rispetto la banchina di $5 \div 10$ cm; sarà raccordato alla scarpata mediante un arco le cui tangenti siano di lunghezza non inferiore a 0.50 m.

Nella sezione in trincea, la fascia di raccordo fra banchina e cunetta va opportunamente trattata in modo da assicurarne l'impermeabilità ed evitarne l'erosione; se pavimentata, la sua pendenza trasversale potrà essere uguale a quella della banchina. Ove per la cunetta sia adottata la conformazione del tipo di cui alla figura 4.3.4.b (non necessitante di dispositivo di ritenuta), tale elemento di raccordo scompare e la cunetta può essere accostata direttamente alla banchina.

Nel caso in cui la sede stradale risulti sostenuta da un muro, l'elemento marginale sarà progettato in analogia con quanto previsto per la sezione stradale su opere di scavalcamento.

La sezione delle cunette deve comunque essere dimensionata in base ad un calcolo idraulico.

4.3.5 Marciapiedi.

Oltre quanto indicato al par. 3.4.6, va precisato che per le strade urbane di classe D-E-F, la larghezza dei marciapiedi va comunque determinata in base ai flussi pedonali previsti.

Per strade con velocità di progetto (limite superiore) maggiore di 70 km/h, il marciapiedi va protetto da dispositivi di ritenuta, sistemati come in Fig. 4.1.1.b. e 4.1.2.c. Qualora la velocità prevista sia inferiore al valore sopra indicato, la protezione potrà essere omessa, ma in questo caso il marciapiedi dovrà essere delimitato da un ciglio sagomato, come in Fig. 4.1.1.c. e 4.1.2.e. L'ente proprietario della strada valuterà l'opportunità, in relazione alle condizioni viarie e ambientali locali, di dotare il ciglio del marciapiede di idonee protezioni per la salvaguardia dei pedoni e per impedire il sormonto dei veicoli.

Tutti i marciapiedi ed i passaggi pedonali che si affacciano su carreggiate sottostanti devono essere muniti di rete di protezione alta almeno 2.0 m.

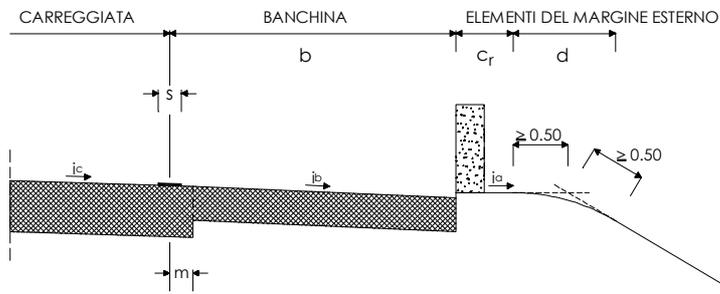


Fig. 4.3.4. a

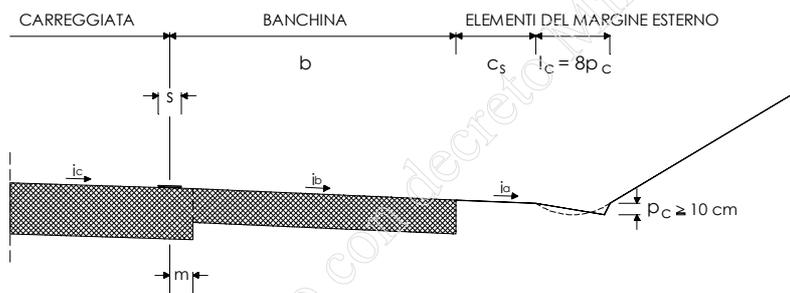


Fig. 4.3.4. b

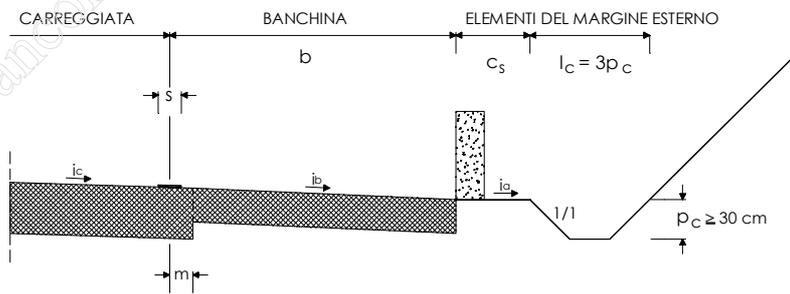


Fig. 4.3.4. c

ELEMENTO	DENOMINAZIONE	STRADA	DIMENSIONE
s	striscia di delimitazione	A - B	0,25 m
		C- D - E	0,15 m
		F	0,12 m
m	bordo carreggiata	tutte	≥ 0,30 m
i _c	pendenza trasversale carreggiata in rettifilo in curva	tutte	2,5 % ≥ 2,5 %
i _b	pendenza trasversale banchina	tutte	= i _c
c _r	ciglio o arginello in rilevato	A - B - C - D	* ≥ 0,75 m
		E - F	≥ 0,50 m
d	raccordo	ove previsto	1,00 m
c _s	ciglio in scavo	ove previsto	come c _r
i _a	pendenza trasversale c _r e c _s	tutte	4 %
l _c	larghezza cunetta	tutte	≥ 0,80 m
p _c	profondità cunetta	tutte	vedi figure 4.3.4.b/c
b	banchina	vedi Tab. 3.4.a al Cap. 3	

* dipende dallo spazio richiesto per il funzionamento del dispositivo di ritenuta

Fig. 4.3.4.d



CAP. 5 - GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE

5.1 DISTANZE DI VISIBILITA' (... ESTRATTO)

5.1.1 Visuali libere

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione ed a seconda dei casi successivamente precisati, con le seguenti distanze:

Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

Distanza di visibilità per il sorpasso, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

5.1.2. Distanza di visibilita' per l'arresto

Si valuta con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_1}^{V_0} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto
desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4) [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ	= tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione)	[s]
g	= accelerazione di gravità	[m/s ²]
Ra	= resistenza aerodinamica	[N]
m	= massa del veicolo	[kg]
f_l	= quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura	
r_0	= resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile	[N/kg]

La resistenza aerodinamica Ra si valuta con la seguente espressione :

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

C_x = coefficiente aerodinamico

S = superficie resistente [m²]

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m³]

Per f_l possono adottarsi le due serie di valori di seguito riportate, una relativa alle autostrade e l'altra valida per tutti gli altri tipi di strade (vedi Fig. 5.1.2.a). Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_l Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
f_l Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Per le autostrade sono stati adottati valori di f_l maggiori in considerazione del fatto che su tale tipo di vie, caratterizzate da standard geometrici elevati nonché da piani viabili di qualità, l'utente tende ad impegnare l'aderenza disponibile in misura maggiore.

I valori di f_l riferiti alle autostrade possono essere adottati per le strade extraurbane principali (tipo B) qualora le qualità del piano viabile risultino paragonabili a quelle delle strade di tipo A e siano mantenute tali nel tempo.

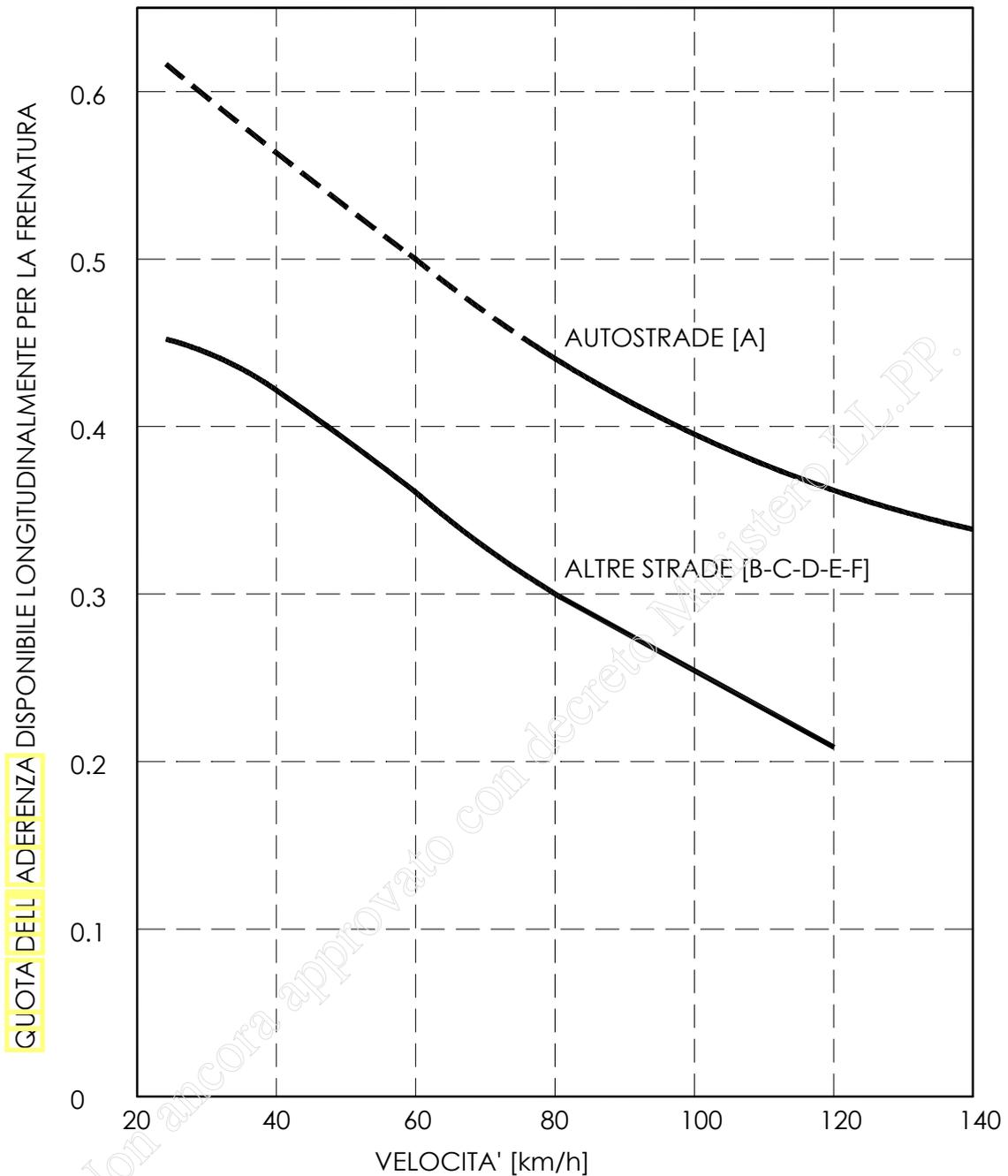


Fig. 5.1.2.a

Le distanze così calcolate sono valide sia in rettilineo che in curva.

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h., in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità.

$$\tau = (2,8 - 0,01 V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

In situazioni particolari quali incroci o tratti di difficile lettura ed interpretazione (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive ecc.) il tempo di cui sopra va maggiorato di 1 secondo nel caso di strada extraurbana e fino a 3 secondi in ambito urbano.

Le figure 5.1.2.b e 5.1.2.c riportano le distanze di visibilità per l'arresto calcolate come sopra, in funzione di una pendenza longitudinale costante. In caso di variabilità di tale pendenza (raccordi verticali), si può assumere per essa il valore medio.

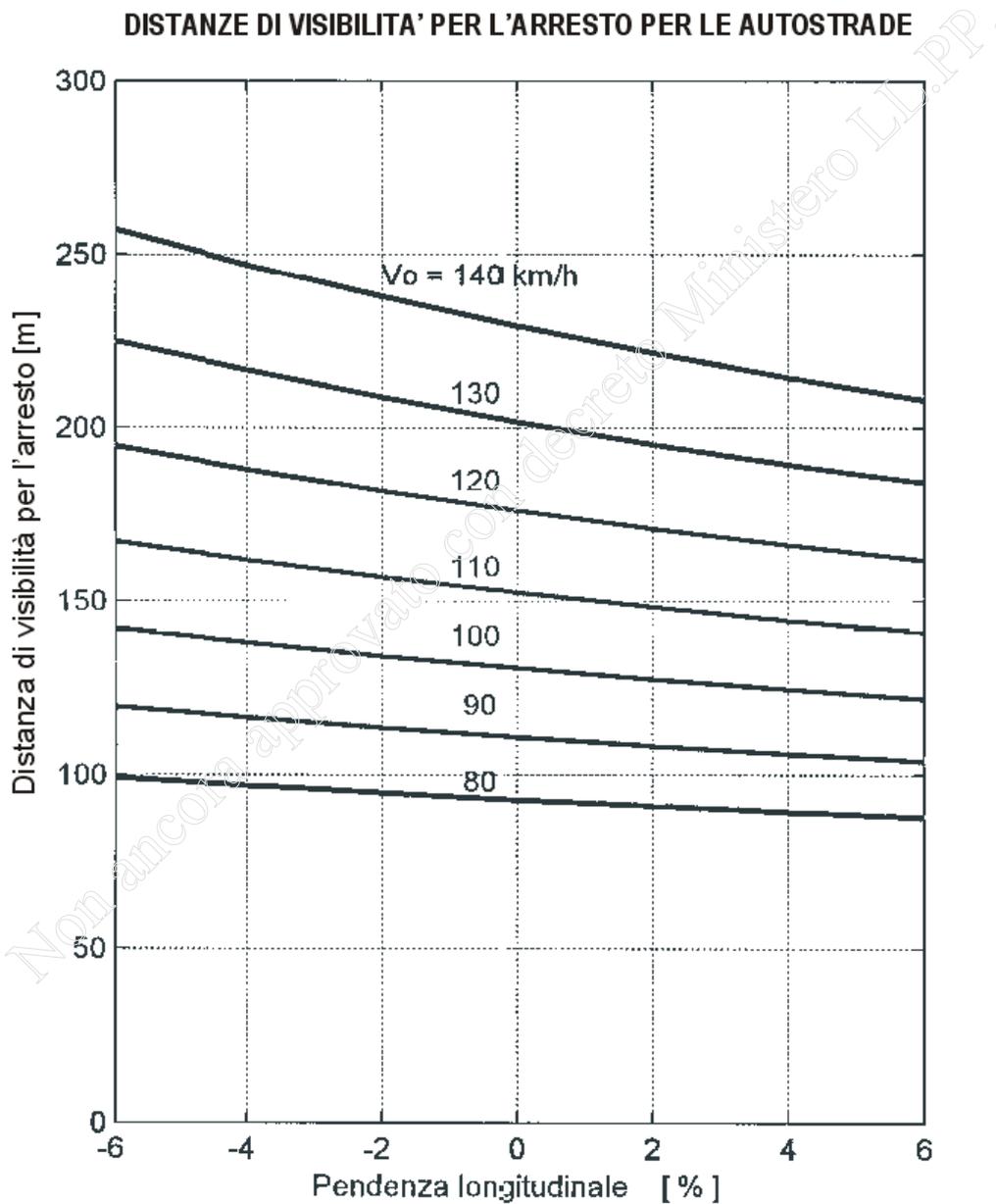


Fig. 5.1.2.b

PER LE ALTRE STRADE

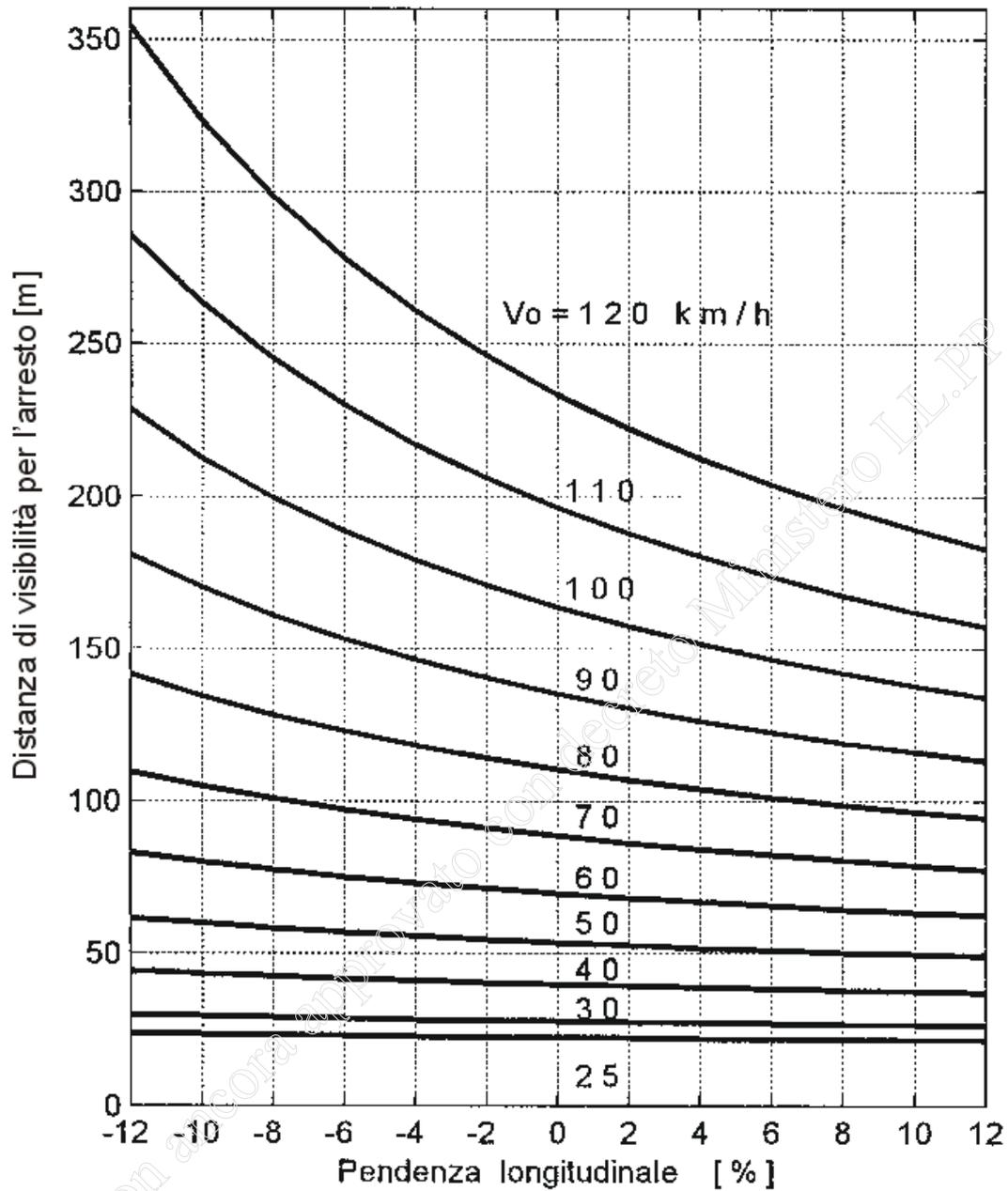


Fig. 5.1.2.c

I diagrammi di figure 5.1.2.b e 5.1.2.c sono calcolati per il caso di arresto di una **autovettura le cui caratteristiche di resistenza aerodinamica** (con riferimento ad una autovettura media) sono precisate di seguito:

C_x = coefficiente aerodinamico = 0,35
 S = superficie resistente = 2,1 [m²]

m = massa del veicolo = 1250 [kg]
 ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard = 1,15 [kg/m³]

Con queste condizioni e V espressa in km/h

$$\frac{Ra}{m} = 2,61 \times 10^{-5} \times V^2 \quad [\text{N/kg}]$$

5.1.3 Distanza di visibilita' per il sorpasso

In presenza di veicoli marcianti in senso opposto la distanza di visibilita' completa per il sorpasso si valuta con la seguente espressione:

$$Ds = 20 \times v = 5,5 \times V \quad [\text{m}]$$

dove:

v (m/s) oppure V (km/h) è la velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma della velocità (cfr. par. 5.4) ed attribuita uguale sia per il veicolo sorpassante che per il veicolo proveniente dal senso opposto.

5.1.4 Distanza di visibilita' per la manovra di cambiamento di corsia

Si valuta lo spazio necessario con la seguente espressione; nella quale i 9,5 secondi comprendono i tempi necessari per percepire e riconoscere la situazione e per la decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia (4 secondi).

$$D_c = 9,5 \times v = 2,6 V \quad [\text{m}]$$

dove:

v = velocità del veicolo in [m/s], op. V in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4)

5.1.5 Applicazioni progettuali

Le distanze di visibilita' da verificare dipendono dal tipo di strada in progetto e dall'elemento di tracciato considerato. Indipendentemente però dal tipo di strada e dall'ambito (extraurbano o urbano), lungo tutto il tracciato deve essere assicurata la distanza di visibilita' per l'arresto in condizioni ordinarie o con tempi di reazione maggiorati.

Nelle strade extraurbane a unica carreggiata con doppio senso di marcia, la distanza di visibilità per il sorpasso deve essere garantita per una conveniente percentuale di tracciato, in relazione al flusso di traffico smaltibile con il livello di servizio assegnato, in misura comunque non inferiore al 20%.

Nei tratti di carenza di visibilità per il sorpasso, tale manovra deve essere interdetta con l'apposita segnaletica.

In presenza di più corsie per senso di marcia nonché in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, deviazioni ecc.) occorre assicurare la distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia.

Ai fini delle verifiche delle visuali libere, la posizione del conducente deve essere sempre considerata al centro della corsia da lui impegnata, con l'altezza del suo occhio a m. 1,10 dal piano viabile. Nella valutazione della distanza di visibilità per l'arresto, l'ostacolo va collocato a m. 0,10 dal piano viabile e sempre lungo l'asse della corsia del conducente. Nel caso della distanza di visibilità per il sorpasso, l'ostacolo mobile va collocato nella corsia opposta, con altezza pari a m. 1,10. Nel caso della manovra di cambiamento di corsia, deve venir verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

Non ancora approvato con decreto Ministeriale P.P.