



**COMUNE
DI CERVIA**

**PROGRAMMA
INTEGRATO DI
INTERVENTO AI SENSI
DELLA L. 179/1992 E
ART. 20 L.R.6/1995
DENOMINATO ARTUSI**

**PIAZZALE ARTUSI -
CERVIA**

FASE 2

**PROGETTO
GENERALE:**

ARCH. MARCO GAUDENZI ARCH. GIOVANNI SENNI

PROPRIETA':

**Diana Maria
Belletti Gianluca
Belletti Giampiero**

**Piraccini Lidia
Poletti Flavia**

**Cigolini Gulesu Leonardo
Benvenuti Elena
Cigolini Gulesu Laura**

**CONSULENZE
SPECIALISTICHE:**

**ARREDO URBANO:
DESIGNER
PIETRO MANUZZI**

**RETI TECNOLOGICHE E VIABILITA':
ING. CLAUDIO SARDELLA**

**PROGETTAZIONE DEL VERDE:
STUDIO ARCLAB
ARCH. AIDA MORELLI**

**PUBBLICA ILLUMINAZIONE:
STUDIO TECNICO CORTESI
PER. IND. FABIO SAVIOLI**

SERIE:

RU

TAV.

03

DATA:

31-10-2017

REVISIONI:

OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
STRADE**

architettura
&
interior design
STUDIO
52
pietro manuzzi
designer

giovanni senni
architetto

via Montali 52
47023 Cesena FC Italy
tel. fax 0547.611996
e-mail info@studio-52.com
www.studio-52.com

**MARCO
GAUDENZI
& ASSOCIATI**
ARCHITETTURA E DESIGN

via della Sanità 44 - 61100 Pesaro, Italy
tel. +39.0721.402105 - fax +39.0721.23206
www.marcogaudenzi.it
studio@marcogaudenzi.it

INDICE

1.	NORME DI RIFERIMENTO.....	3
2.	CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE STRADE	3
2.1	TIPOLOGIE STRADALI	3
2.2	DIAGRAMMA DELLE VELOCITA' NELL'ASSE PRINCIPALE	4
2.3	ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE PRINCIPALE	5
	Rettifilo	5
	Curve circolari.....	5
	Clotoidi.....	6
2.4	PENDENZA TRASVERSALE DELLA PIATTAFORMA STRADALE	11
	Rettifilo	11
	Curve circolari.....	11
	Clotoidi.....	13
3.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	15
3.1	RILEVATI.....	15
3.2	MARCIAPIEDI.....	16
3.3	PISTA CICLABILE	16
3.4	PARCHEGGI	16

1. NORME DI RIFERIMENTO

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - DECRETO 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - DECRETO 19 aprile 2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

D.M. 30/11/1999 n.557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili.

D. Lgs. 30 aprile 1992 n.285 Nuovo Codice della strada (e s.m.i.)

D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495 Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo codice della strada.

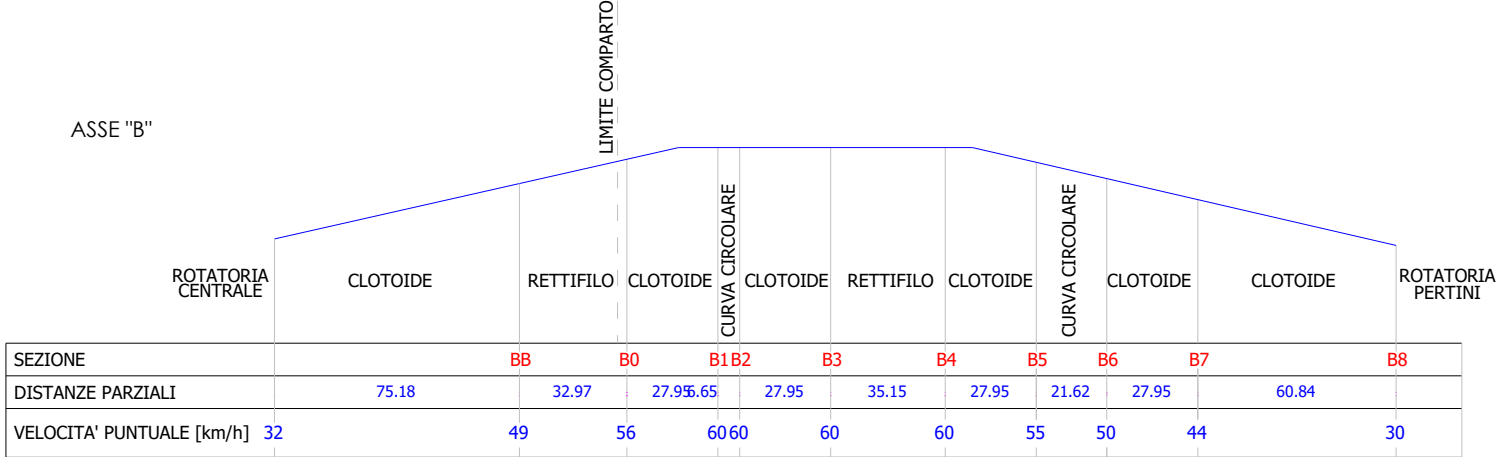
2. CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE STRADE

2.1 TIPOLOGIE STRADALI

Il progetto prevede due tipologie stradali:

- **asse principale "B":**
strada urbana di quartiere di categoria E
limite di velocità 50 km/h
intervallo di velocità di progetto 40-60 km/h
larghezza della carreggiata 8.00 m (due corsie di larghezza 4 m)
larghezza delle banchine laterali 0.50 m
- **asse secondario "A":**
strada locale a servizio dei lotti
larghezza della carreggiata 6.00 m
larghezza delle banchine laterali 0.50 m

2.2 DIAGRAMMA DELLE VELOCITA' NELL'ASSE PRINCIPALE



2.3 ANDAMENTO PLANIMETRICO DELL'ASSE PRINCIPALE

Rettililo

Per evitare il superamento della velocità consentita, la monotonia, le difficoltà connesse alla valutazione delle distanze e all'abbagliamento nella guida notturna, i rettifili devono avere una lunghezza $L < 22 \cdot V_{pMax} = 22 \cdot 60 = 1320$ m.

Inoltre, per poter essere percepito dall'utente, un rettililo deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati in tabella:

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

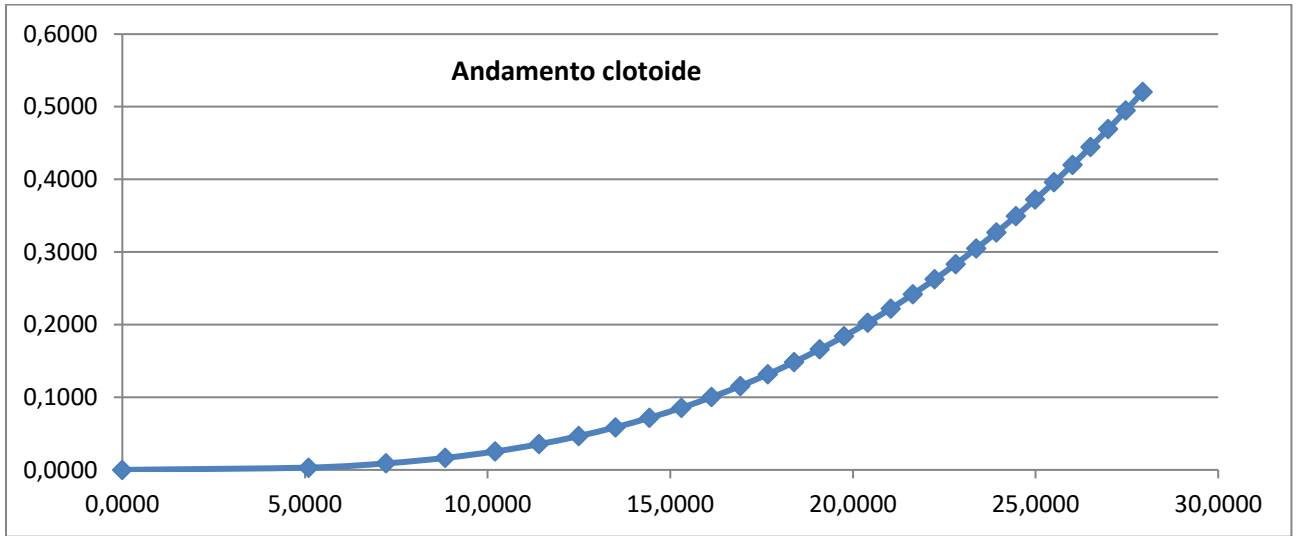
Dal momento che il rettililo lungo l'asse "B" si trova in prossimità di un incrocio, è lecito considerare che la velocità in quei tratti si avvicini al limite inferiore di progetto di 40 km/h. Il rettililo ha lunghezza 35.15 pertanto entrambe le verifiche sono soddisfatte.

Curve circolari

Tra un rettililo di lunghezza L_R ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettililo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, è rispettata la relazione, per $L_R < 300$ m: $R > L_R$

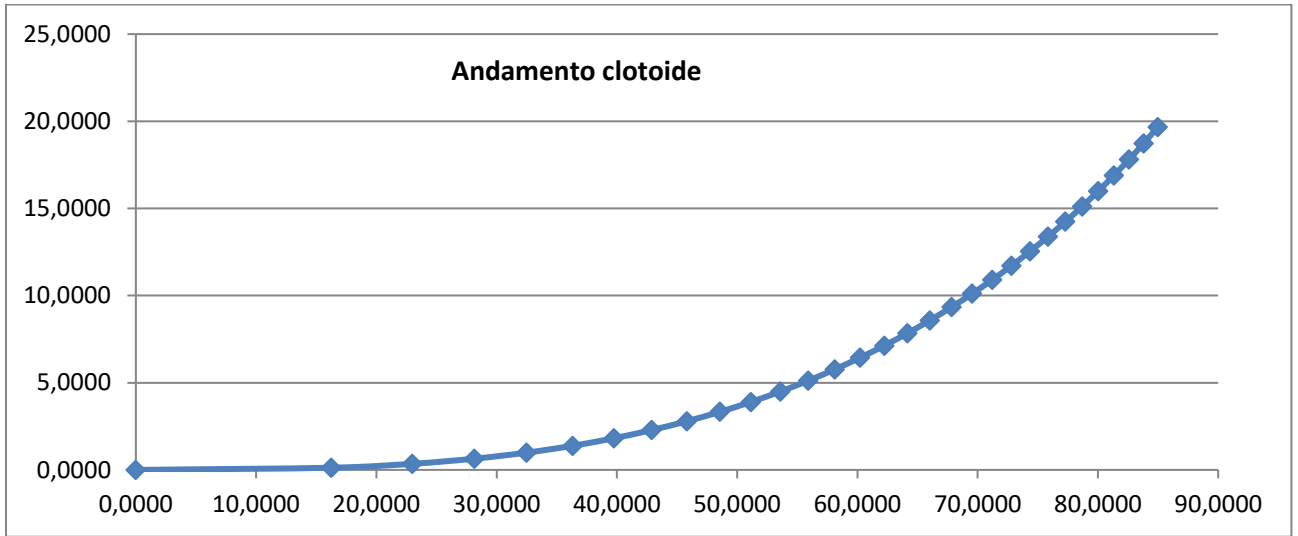
Clotoidi

Clotoide B0-B1; B2-B3; B4-B5; B6-B7							
		Parametro della clotoide				A=	83.59
		Tangente Lunga = $T_L = x-y*\cotg(\tau)$				$T_L =$	18.63
		Tangente Corta = $T_K = y/\text{sen}(\tau)$				$T_K =$	9.32
		τ (rad)	τ (grad)	x (m)	y (m)	R(m)	s(m)
		0.000	0.000	0.00	0.00	infinito	0.00
B0-B3-B4-B7	1	0.002	0.107	5.10	0.00	1369.31	0.00
	2	0.004	0.214	7.22	0.01	968.25	0.00
	3	0.006	0.320	8.84	0.02	790.57	0.00
	4	0.007	0.427	10.20	0.03	684.65	0.00
	5	0.009	0.534	11.41	0.04	612.37	0.00
	6	0.011	0.641	12.50	0.05	559.02	0.00
	7	0.013	0.747	13.50	0.06	517.55	0.00
	8	0.015	0.854	14.43	0.07	484.12	0.00
	9	0.017	0.961	15.31	0.09	456.44	0.00
	10	0.019	1.068	16.13	0.10	433.01	0.00
	11	0.020	1.174	16.92	0.12	412.86	0.00
	12	0.022	1.281	17.67	0.13	395.28	0.00
	13	0.024	1.388	18.40	0.15	379.78	0.00
	14	0.026	1.495	19.09	0.17	365.96	0.00
	15	0.028	1.601	19.76	0.18	353.55	0.00
	16	0.030	1.708	20.41	0.20	342.33	0.00
	17	0.032	1.815	21.04	0.22	332.11	0.00
	18	0.034	1.922	21.65	0.24	322.75	0.00
	19	0.035	2.028	22.24	0.26	314.14	0.00
	20	0.037	2.135	22.82	0.28	306.19	0.00
	21	0.039	2.242	23.38	0.30	298.81	0.00
	22	0.041	2.349	23.93	0.33	291.94	0.00
	23	0.043	2.455	24.47	0.35	285.52	0.00
	24	0.045	2.562	24.99	0.37	279.51	0.00
	25	0.047	2.669	25.51	0.40	273.86	0.00
	26	0.048	2.776	26.01	0.42	268.54	0.00
	27	0.050	2.882	26.51	0.44	263.52	0.00
	28	0.052	2.989	26.99	0.47	258.77	0.00
	29	0.054	3.096	27.47	0.49	254.27	0.00
B1-B2-B5-B6	30	0.056	3.203	27.94	0.52	250.00	0.00



CRITERI PER LA VERIFICA DEL PARAMETRO DI SCALA (A)				
1) Limitazione Contraccolpo				
$A \geq 0,021 V_{Max}^2$	---	$A \geq$	75.60	
2) Sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata				
$A \geq v(((q_i + q_f) * B_i * R * 100) / \Delta_{i,max})$				
Pendenza trasversale iniziale	$q_i =$	0.025	[%]	
Pendenza trasversale finale	$q_f =$	0.025	[%]	
Distanza tra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata	$B_i =$	4.50	[m]	
Sovrappendenza longitudinale massima del ciglio esterno rispetto all'asse di rotazione	$\Delta_{i,max} =$	$B_i / V_{Max} * 18$	1.35	[%]
	---	$A \geq$	64.55	
3) Percezione ottica del raccordo				
angolo di deviazione minimo	$\tau_{min} =$	1/18 rad ~ 3°		
$A \geq R/3$	---	$A \geq$	83.33	
$A \leq R$	---	$A \leq$	250.00	
VERIFICA PARAMETRO DI SCALA				
		$A =$	83.59	VERIFICA
DIMENSIONAMENTO CLOTOIDE				
Lunghezza della clotoide = A^2 / R_2		$L =$	27.95	[m]
Angolo di deviazione = $L / (2 * R_2)$		$\tau = L / (2 * R) =$	0.06	[rad]

Clotoide B7-B8							
		Parametro della clotoide				A=	76.08
		Tangente Lunga = $T_L = x-y \cdot \cotg(\tau)$				$T_L =$	60.90
		Tangente Corta = $T_K = y/\text{sen}(\tau)$				$T_K =$	31.08
		τ (rad)	τ (grad)	x (m)	y (m)	R(m)	s(m)
		0.000	0.000	0.00	0.00	infinito	0.00
B7	1	0.023	1.308	16.26	0.12	356.02	0.00
	2	0.046	2.617	22.99	0.35	251.74	0.00
	3	0.069	3.925	28.15	0.64	205.55	0.00
	4	0.091	5.233	32.49	0.99	178.01	0.00
	5	0.114	6.542	36.31	1.38	159.22	0.00
	6	0.137	7.850	39.75	1.82	145.34	0.00
	7	0.160	9.159	42.91	2.29	134.56	0.00
	8	0.183	10.467	45.84	2.79	125.87	0.00
	9	0.206	11.775	48.57	3.33	118.67	0.00
	10	0.228	13.084	51.15	3.90	112.58	0.00
	11	0.251	14.392	53.59	4.49	107.34	0.00
	12	0.274	15.700	55.90	5.12	102.77	0.00
	13	0.297	17.009	58.11	5.76	98.74	0.00
	14	0.320	18.317	60.22	6.44	95.15	0.00
B8	15	0.343	19.625	62.24	7.13	91.92	0.00
	16	0.365	20.934	64.18	7.85	89.00	0.00
	17	0.388	22.242	66.04	8.58	86.35	0.00
	18	0.411	23.550	67.83	9.34	83.91	0.00
	19	0.434	24.859	69.55	10.11	81.68	0.00
	20	0.457	26.167	71.21	10.91	79.61	0.00
	21	0.480	27.476	72.82	11.72	77.69	0.00
	22	0.502	28.784	74.36	12.54	75.90	0.00
	23	0.525	30.092	75.85	13.38	74.24	0.00
	24	0.548	31.401	77.30	14.24	72.67	0.00
	25	0.571	32.709	78.69	15.11	71.20	0.00
	26	0.594	34.017	80.03	16.00	69.82	0.00
	27	0.617	35.326	81.33	16.90	68.52	0.00
	28	0.639	36.634	82.59	17.81	67.28	0.00
	29	0.662	37.942	83.80	18.73	66.11	0.00
	30	0.685	39.251	84.97	19.66	65.00	0.00



CRITERI PER LA VERIFICA DEL PARAMETRO DI SCALA (A)				
1) Limitazione Contraccollo				
$A \geq 0,021 V_{Max}^2$	--->	A ≥	75.60	
2) Sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata				
$A \geq v \left(\frac{(q_i + q_f) \cdot B_i \cdot R \cdot 100}{\Delta_{i_{max}}} \right)$				
Pendenza trasversale iniziale	$q_i =$	0.025	[%]	
Pendenza trasversale finale	$q_f =$	0.025	[%]	
Distanza tra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata	$B_i =$	4.50	[m]	
Sovrappendenza longitudinale massima del ciglio esterno rispetto all'asse di rotazione	$\Delta_{i_{max}} =$	$B_i / V_{Max} \cdot 18$	1.35	[%]
	--->	A ≥	32.91	
3) Percezione ottica del raccordo				
angolo di deviazione minimo	$\tau_{min} =$	1/18 rad ~ 3°		
$A \geq R/3$	--->	A ≥	21.67	
$A \leq R$	--->	A ≤	91.92	
VERIFICA PARAMETRO DI SCALA				
		A =	76.08	VERIFICA
DIMENSIONAMENTO CLOTOIDE				
Lunghezza della clotoide = A^2/R_2		L =	89.06	[m]
Angolo di deviazione = $L/(2 \cdot R_2)$		$\tau = L/(2 \cdot R) =$	0.69	[rad]

2.4 PENDENZA TRASVERSALE DELLA PIATTAFORMA STRADALE

Rettililo

Nel rettililo deve essere garantita la pendenza trasversale minima del 2.5%.

Curve circolari

In curva la carreggiata è inclinata verso l'interno. La pendenza trasversale è la stessa su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio.

La pendenza massima vale 3.5% per le strade di tipo E ed F urbane.

Per la determinazione della pendenza in funzione del raggio è indispensabile stabilire il legame tra la velocità di progetto V_p , la pendenza trasversale in curva i_c e la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente f_t . Dallo studio dell'equilibrio di un veicolo transitante su una curva circolare si ottiene:

$$\frac{V_p^2}{R \cdot 127} = q + f_t$$

dove: V_p = velocità di progetto della curva [km/h]
 R = raggio della curva [m]

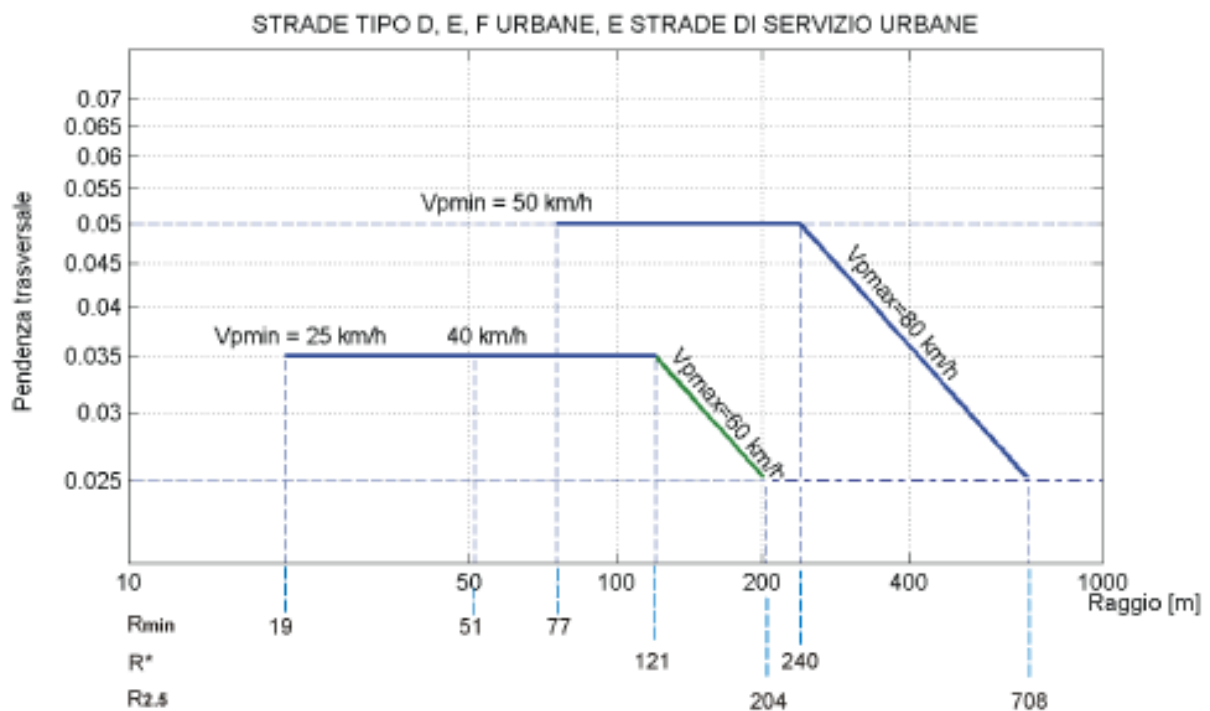
$$q = \frac{i_c}{100}$$

f_t = quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente e ricavabile dalla tabella seguente:

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_{t \max}$ per strade tipo A, B, C, F extra urbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_{t \max}$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

Per una strada di assegnato intervallo di velocità di progetto, il raggio minimo R_{\min} è quello calcolato con l'espressione citata e con la velocità al limite inferiore dell'intervallo di progetto, per una pendenza trasversale pari alla q_{\max} , e per un impegno di aderenza trasversale pari a $f_{t,\max} = 0.21$ (strade tipo E).

Per raggi maggiori di R_{\min} si utilizza l'abaco seguente:



Per $R_{\min} < R < R^*$, la velocità di progetto V_p è data dall'espressione citata, sempre con $f_{t,\max}$ e la pendenza trasversale dovrà essere mantenuta costante e pari al valore massimo. La pendenza trasversale 2.5 % deve essere impiegata quando il raggio di curvatura è uguale o maggiore ai valori del raggio $R_{2.5}$ riportati in figura. Per valori del raggio non inferiori a quelli R' indicati nella Tabella seguente, è possibile conservare la sagoma in contropendenza al valore -2.5 %.

STRADA TIPO	A	B	C	D	E
			F extraurbane		F urbane
R' [m]	10250	7500	5250	2000	1150

La pendenza geodetica J risultante dalla combinazione della pendenza trasversale i_c e di quella longitudinale i_L , pari a:
$$J = \sqrt{i_c^2 + i_L^2}$$
 non deve superare il valore del 12%.

Clotoidi

Lungo le curve a raggio variabile, inserite fra due elementi di tracciato a curvatura costante, si realizza il graduale passaggio della pendenza trasversale dal valore proprio di un elemento a quello relativo al successivo.

Nelle strade ad unica carreggiata a due o più corsie, la cui sagoma in rettilineo è a doppia falda, il passaggio dalla sagoma propria del rettilineo a quella della curva circolare avviene generalmente in due tempi: in una prima fase ruota soltanto la falda esterna intorno all'asse della carreggiata fino a realizzare una superficie piana, successivamente ruota l'intera carreggiata, sempre intorno al suo asse.

In curva gli elementi che fiancheggiano la carreggiata (banchine, piazzole di sosta ecc.) presentano pendenza uguale e concorde a quella della carreggiata

Per ragioni dinamiche (cioè per limitare la velocità di rotazione trasversale dei veicoli – velocità di rollio) la sovrappendenza longitudinale Δi [%] delle estremità della carreggiata non può superare il valore massimo che si calcola con la seguente espressione:

$$\Delta i_{\max} \cong 18 \cdot \frac{B_i}{V} \quad [\%]$$

dove: B_i = distanza (in m) fra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata all'inizio della curva a raggio variabile
 V = velocità di progetto [km/h]

Quando lungo una curva a raggio variabile la pendenza trasversale della carreggiata cambia segno, durante una certa fase della rotazione la pendenza trasversale è inferiore a quella minima del 2.5% necessaria per il deflusso dell'acqua. In questi casi, allo scopo di ridurre al minimo la lunghezza del tratto di strada in cui può aversi ristagno di acqua, è necessario che la pendenza longitudinale Δi dell'estremità che si solleva sia non inferiore ad un valore Δi_{\min} [%] dato da:

$$\Delta i_{\min} = 0.1 \cdot B_i \quad [\%]$$

Se la pendenza Δi è inferiore a Δi_{\min} , è necessario spezzare in due parti il profilo longitudinale di quella estremità della carreggiata che è esterna alla curva, realizzando un primo tratto con pendenza maggiore o uguale a Δi_{\min} , fino a quando la pendenza trasversale della via ha raggiunto il 2.5%; la pendenza risultante per il tratto successivo potrà anche essere inferiore a Δi_{\min} .

L'andamento dei cigli è descritto nelle tavole allegate.

3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

3.1 RILEVATI

Rilevato stradale con materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3 secondo CNR UNI 10006, previo scotico superficiale minimo 20 cm e compattazione del piano di appoggio.

Formazione e compattazione meccanica del corpo del rilevato a strati di spessore non superiore a 30 cm.

Controllo del modulo di deformazione mediante prove di carico su piastra secondo C.N.R. Bollettino Ufficiale n.146/1992.

Sovrastruttura stradale con misto granulometrico frantumato meccanicamente con legante naturale 0-70 mm (spessore minimo 30 cm) e soprastante misto granulometrico 0-25 mm (stabilizzato) spessore minimo 20 cm.

Controllo del modulo di deformazione mediante prove di carico su piastra secondo C.N.R. Bollettino Ufficiale n.146/1992 e misure di densità in sito secondo CNR 69/1978 per la verifica del grado di addensamento definito dalle norme AASHO.

Finitura superficiale con binder e tappetino di usura (7+3 cm).

In alternativa: rilevato stradale con terreno stabilizzato a calce da realizzare secondo B.U. CNR n.36 (1973) "Stabilizzazione delle terre con calce" e UNI EN 14227-11 (2006) "Terreno trattato con calce".

Impiego di terreno con granulometria compresa nel fuso granulometrico di cui alla norma CNR B.U. n.36, indice di plasticità >10, sostanze organiche < 2%, solfati totali <0.25%, nitrati < 0,1% e di Calce aerea idrata in polvere in quantità indicativamente compresa tra il 3% ed il 7%, da determinare più esattamente mediante analisi di laboratorio o dai risultati del campo prova.

Fasi di lavorazione:

scotico superficiale e, a strati di spessore non superiore a 30 cm, preparazione del terreno (frantumazione e sminuzzamento);

spandimento della calce; miscelazione mediante una serie di passate del Pulvimixer; compattazione meccanica.

Controllo del modulo di deformazione mediante prove di carico su piastra secondo C.N.R. Bollettino Ufficiale n.146/1992 e misure di densità in sito secondo CNR 69/1978 per la verifica del grado di addensamento definito dalle norme AASHO.

Sovrastruttura in misto granulometrico 0-25 mm (stabilizzato) spessore minimo 20 cm.

Finitura superficiale con binder e tappetino di usura (7+3 cm). Pendenza trasversale minima 2.5%.

Pendenza trasversale come da andamento dei cigli allegato (minimo 2,5%).

3.2 MARCIAPIEDI

Realizzati con masselli autobloccanti in calcestruzzo su letto di sabbia;
sottostante soletta in calcestruzzo armato spessore 15;
misto granulometrico 0-25 mm (stabilizzato) spessore minimo 15 cm;
misto granulometrico 0-70 spessore minimo 30 cm

Delimitati da cordoli in calcestruzzo, grigi o con cemento bianco.

I cordoli di calcestruzzo, dovranno essere marcati CE e conformi alla norma **UNI EN 1340:2004** "Cordoli di calcestruzzo - Requisiti e metodi di prova", in particolare per quanto riguarda forma e dimensioni, le tolleranze, la durabilità, l'assenza di amianto, la resistenza agli agenti chimici, la resistenza a flessione, la resistenza all'abrasione, la resistenza allo scivolamento/slittamento.

Dovranno inoltre essere conformi alla **UNI 7087:2002** "Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo".

3.3 PISTA CICLABILE

Realizzata con tappeto bituminoso verniciato spessore 5 cm poggiante su soletta in calcestruzzo armato spessore 15 cm;
misto granulometrico 0-25 (stabilizzato) spessore 20 cm;
misto granulometrico 0-70 spessore minimo 30 cm

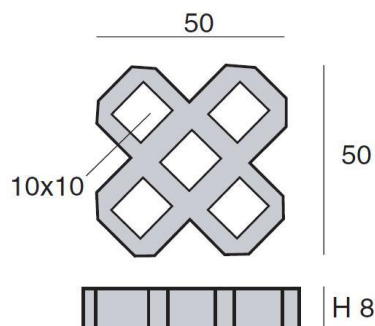
3.4 PARCHEGGI

Di tipo permeabile, realizzati con grigliati autobloccanti in calcestruzzo posati su letto di ghiaietto spezzato e intasati con terra di coltura mista a torba.

Delimitati su ogni lato da cordoli in calcestruzzo con cemento bianco

Superficie filtrante, destinata al passaggio delle acque meteoriche dall'area di calpestio alla sezione di sottofondo, pari al 40% dell'intera area pavimentata.

I grigliati dovranno essere marcati CE ed avere tutte le caratteristiche di cui alla normativa **UNI EN 1338:2004** "Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova"



Dovranno inoltre essere conformi alla **UNI 7087:2002** "Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo"

Le superfici a parcheggio da realizzare con grigliati vanno delimitate sui 4 lati da cordoli in cls.

Parcheggi per disabili su superficie in conglomerato bituminoso (binder minimo 7 cm + tappetino di usura 3 cm).