Esame di **FONDAMENTI DI INGEGNERIA STRADALE** Docente: Prof. Ing. Massimo Losa
STUDENTE: DANIELE MARCUCCELLI 13/04/2017

1) Verificare la clotoide di flesso e determinare la larghezza della carreggiata in corrispondenza del punto di flesso e alla distanza di 20 m dall'inizio di ciascuna curva circolare

DATI:

strada tipo $F1_{ext}$	V_{pmax}=100 km/h	V_{pmin}=40 km/h
raggio curva 1	R_1=80 m	
raggio curva 2	R_2=100 m	
Parametro A	A=75 m	
velocità di progetto curva 1	V_{P_R1}=51 km/h	
velocità di progetto curva 2	V_{P_R2}=56 km/h	
larghezza corsia	B=3.5 m	
k=45		

MASTER COPY Tel. 050 8312126 Cell. 388 9837745

GRANDEZZE DA DETERMINARE:

- **Verifica della clotoide**

Contraccolpo	A_{min}=81 m	
Sovrapendenza longitudinale	A_{min}=49.1 m	
Criteri ottici	A_{min}=33.3 m	A_{max}=80 m

- **Larghezza della carreggiata**

Larghezza nel punto di flesso	L=706.0 cm
Larghezza a 20 m dall'inizio della curva 1	L=780.5 cm
Larghezza a 20 m dall'inizio della curva 2	L=758.0 cm

2) Calcolare il numero di passaggi dell'asse standard durante la vita utile della pavimentazione

DATI:

Traffico giornaliero medio	TGM=2000 veicoli
Giorni lavorativi in un anno	g_L=250 giorni
Tasso di incremento annuo della motorizzazione	r=1.0 %
Coefficiente di distribuzione direzionale	D=55%
Coefficiente di distribuzione della linea	L=100%
Percentuale di veicoli commerciali	p_c= 20%
Structuralnumber della pavimentazione	SN= 10 cm
Vita utile della pavimentazione	n=20 anni

PSI_0=4.2; PSI_f=2.5; PSI_{lim}=1.5

MASTER COPY Tel. 050 8312126 Cell. 388 9837745

Tipo veicolo	frequenza	n° assi	Distribuzione dei carichi per asse	
			Asse 1	Asse 2
Veicolo_1	40 %	2	↓ 50 kN	↓ 100 kN
Veicolo_2	35 %	2	↓ 50 kN	↓ 100 kN ↓ 100 kN
Veicolo_3	25 %	2	↓ 50 kN	↓ 100 kN ↓ 100 kN ↓ 100 kN

SINGOLO TANDEM TRIDEM

GRANDEZZE DA DETERMINARE:

Numero di passaggi dell'asse standard da 82 kNdurante la vita utile **$ESAL_{82}$=3.875.205**

FORMULARIO

$$\beta = 0.4 + \frac{0.081 \cdot (L_1 + L_2)^{3.23}}{(SN+1)^{5.19} \cdot L_2^{3.23}} \qquad G = \log\left(\frac{PSI_o - PSI_f}{PSI_o - PSI_{lim}}\right)$$

$$\log\left(\frac{N_{82}}{N_i}\right) = -6.12 + G \cdot \left(\frac{1}{\beta_{82}} - \frac{1}{\beta_i}\right) + 4.79 \cdot \log(L_1 + L_2) - 4.33 \cdot \log L_2$$

1 kip= 4.45 kN

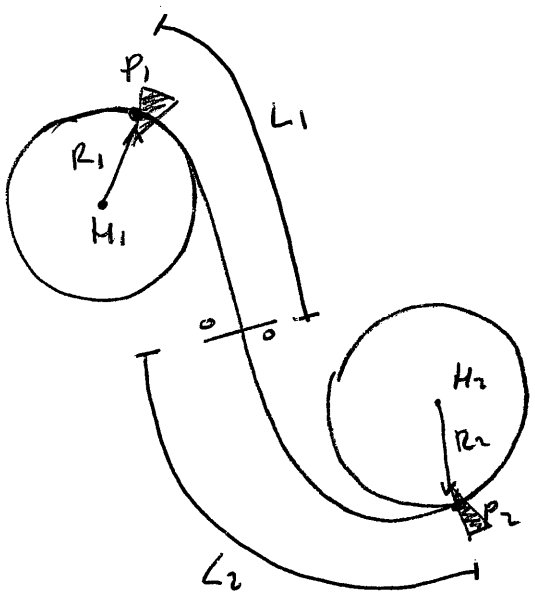
(*) Nella verifica di contraccolpo e della corrispondenza bisogna sempre tenere le Vmax in Solaride col diagramma delle velocità!!!

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

master COPY COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

ESAME DEL 13/04/17

Verifica da clotoide di flesso



$L_{CLOTOIDE} = L_1 + L_2 = 126,625\ m$

$$\begin{cases} L_{c1} = \dfrac{A^2}{R_1} = \dfrac{77^2}{80} = 70,3125\ m \\ L_{c2} = \dfrac{A^2}{R_2} = \dfrac{77^2}{100} = 56,25\ m \end{cases}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Devo effettuare le 3 verifiche per le clotoidi:

1) Verifica del criterio ottico:

$$\frac{1}{18} < \tau < 1/2 \text{ rad} \quad \mapsto \quad \boxed{\frac{R_{max}}{3} \leq A \leq R_{min}}$$

$$\frac{R_{max}}{3} = \frac{100}{3} = 33,3 \quad ; \quad R_{min} = 80 \quad \rightarrow \quad \boxed{33 < 77 < 80}$$

Ok.

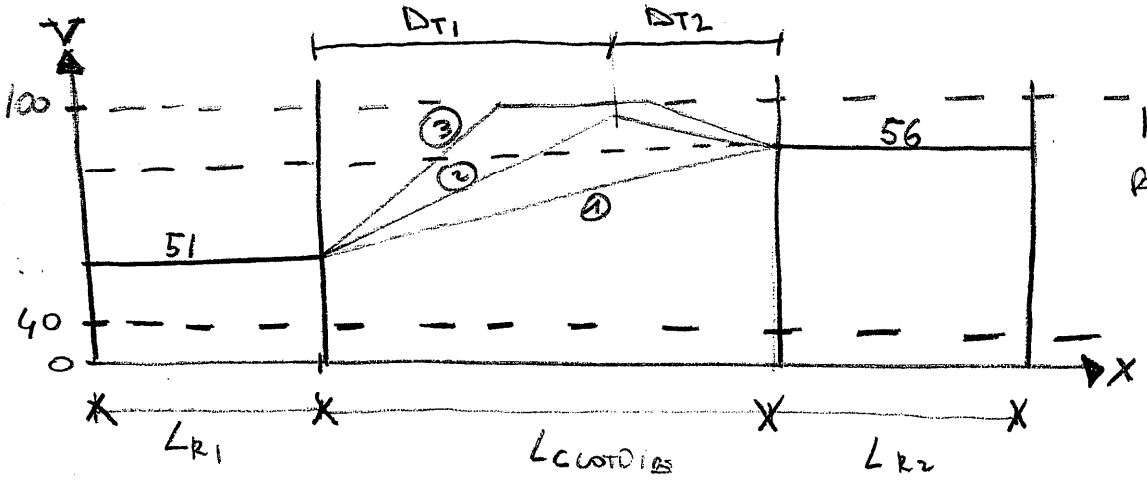
$A_{min} = 33$
$A_{max} = 80$

2) Verifica del cartocciolo:

$\boxed{A \geq 0,021\ V^2}$ dove V è la V_{max} che si raggiunge in clotoide

Qui però non riusciamo a capire quale sia la velocità max che raggiungo in clotoide, però so che il max sarà 100 km/h. Dobbiamo costruire il diagramma delle velocità.

$V_{R1} = 51$ km/h $\rightarrow$ V in clotoide che noi a $\rightarrow$ $V_{R2} = 56$ km/h



HO 3 POSSIBILITÀ

la macchina uscito dalla curva R1 accelera e poi decelera per arrivare in curva R2 con 56 km/h.

D_T = distanza transizione per accelerare = $\frac{V_1^2 - V_2^2}{2a} = \frac{100^2 - 51^2}{3,6^2 \cdot 2 \cdot 0,8} = 356,82$ mt

quindi $L_{CLOTOIDE} = 126$ mt < 356 la macchina non ha abbastanza spazio per accelerare e arrivare a 100 km/h. Quindi ipotesi 3 è errata. Vediamo la ipot. 1:

$D_T = \frac{56^2 - 56^2}{3,6^2 \cdot 2 \cdot 0,8} = +25,8 \neq L_{CLOTOIDE}$ quindi anche 1 è errata

la macchina uscita dalla curva R_1, accelererà fino a una $V^* < V_{prova}$ e poi decelererà fino a 56 km/h in prossimità della curva R_2.

Calcolo V^*:

$$D_{T1} = \frac{V^{*2} - 51^2}{3,6^2 \cdot 0,8 \cdot 2} =$$

$$D_{T2} = \frac{V^{*2} - 56^2}{3,6^2 \cdot 2 \cdot 0,8} =$$

$$D_{T1} + D_{T2} = L_{CLOTOIDE} =$$

risolvo questo sistema di equazioni →

$$\frac{V^{*2} - 51^2}{3,6^2 \cdot 0,8 \cdot 2} + \frac{V^{*2} - 56^2}{3,6^2 \cdot 0,8 \cdot 2} = 126,56$$

$$\rightarrow (V^{*2} - 51^2) + (V^{*2} - 56^2) = 126,56 \cdot (3,6^2 \cdot 0,8 \cdot 2)$$

$$\rightarrow V^* = \sqrt{\frac{126,56 \cdot (3,6^2 \cdot 0,8 \cdot 2) + 51^2 + 56^2}{2}} = 64,66 \text{ km/h}$$

quindi $V_{max\ in\ clotoide} = V^* = 64,66$ km/h

$$A \geq 0,021 \cdot V^2 = 0,021 \cdot 64,66^2 = 87 = A_{min}$$

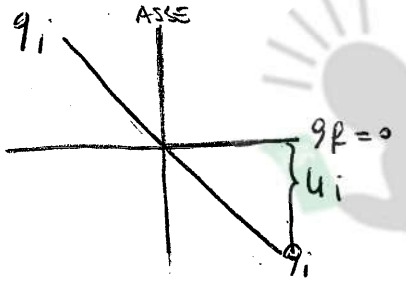
Verifica della sovrapendenza:

Siamo in una clotoide di flesso dei tre due verifiche

$$A \geq \sqrt{\frac{B(q_f + q_i)\cdot 100}{\left(\frac{1}{R_f} - \frac{1}{R_i}\right)\Delta i_{max}}} \quad \text{con} \quad \Delta i_{max} = \frac{18\,B}{V_{max\ clotoide}}$$

a) prima rampa di clotoide:

$$\begin{cases} q_f = 0 \\ q_i = q_{max} = 7\% \end{cases} \quad \text{avendo} \quad R_1 \text{ (molto grande)} < R^*$$



$$\begin{cases} \Delta i = i_1 - i_f = i_i \text{ da cui} \\ \Delta_{i_1} = \frac{\Delta i}{L_1} = \frac{i_i}{L_1} = \frac{B \cdot q_i}{L_1} = \frac{3,5\,(7\%)}{L_1} \end{cases}$$

$$A_1 \geq \sqrt{\frac{3,5\,(7\%)\cdot 100 \cdot V^*_{max}}{\left(\frac{1}{80}\right)\cdot 18 \cdot 3,5}} \quad ; \quad A_2 \geq \sqrt{\frac{3,5\,(7\%)\,V_{max}\cdot 100}{\left(\frac{1}{100}\right)\cdot 18 \cdot 3,5}}$$

Ora però qual'è V_{max} in clotoide?

$$D_{T1} = \frac{V^{*2} - S_1^2}{3,6^2 \cdot 0,8 \cdot 2} = 76,12 \text{ mt}$$

$$D_{T2} = \ldots = 50,39 \text{ mt}$$

quindi del diagramma velocità notiamo che V^* si raggiunge nel flesso, per cui $V_{max} = V^*$ tranne prima, però è comune ad entrambi i rami di clotoide.