ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE II SESSIONE 2012

MODIFICA DEGLI ELEMENTI DEL TRACCIATO

Supponiamo di non poter modificare il tipo di strada assegnato, e di poter lavorare unicamente sulle caratteristiche geometriche del tracciato.

Sicuramente la prima cosa da fare è modificare la lunghezza del raggio della curva circolare. Di quanto, è possibile determinarlo solo ragionando riguardo il diagramma delle velocità.
Attraverso il diagramma delle velocità ci accorgiamo subito che tra rettifilo e curva circolare la differenza di velocità è maggiore di 10 km/h, come invece è richiesto dalla normativa.

Per la precisione:
ΔV = = 140 - 106,01 = 33,99 km/h

Possiamo dunque calcolare il minimo valore di R che permette di avere una velocità di progetto pari a 130 km/h.
Secondo l'abaco esso avrà un valore tra 667 m e 964 m.
(Volendo potremmo anche assumere direttamente R = 964 m ed ottenere una velocità di progetto di 140 km/h. Ma per il momento atteniamoci –per prudenza- al minimo necessario).

Possiamo tranquillamente utilizzare la formula riportata in normativa.

$Vp^2/(127 \times R) = q + ft \rightarrow R = Vp^2/127\,(q + ft)$

R (Vp = 130 km/h) = 806,49 m (circa)

Adottiamo dunque, per sicurezza: R = 807 m
Calcoliamo l'esatto valore di velocità associato a questo raggio.

Dalla normativa:

140 Km/h $\rightarrow$ 0,09
120 km/h $\rightarrow$ 0,10

Troviamo le coordinate della retta passante per questi due punti di un grafico cartesiano ortogonale (dove si suppone che i valori di ft siano le ascisse e i valori delle velocità siano le ordinate. Naturalmente si tratta di una convenzione arbitraria).

Y = mx + n

140 = 0,09 m + n $\rightarrow$ n = 140 – 0,09 m

$120 = 0,10\ m + n \ \rightarrow\ 120 = 0,10\ m + (140 - 0,09\ m)$ $120 - 140 = 0,10\ m - 0,09\ m$ $-20 = 0,01\ m$ $m = -20/0,01 = -2000$ $n = 140 - 0,09\ m = 140 - 0,09\ (-2000) = 140 + 180 = 320$

L'equazione è: <u>$Y = -2000\ x + 320$</u>

Per $Y = V_p = 130$ km/h $\rightarrow$ $x = f_t = (130 - 320)/-2000 = -210/-2000 = 0,095$
Pongo questi valori nella formula riportata in normativa:
$V_p^2/(127 \times R) = q + f_t$
$\rightarrow V_p = \sqrt{[(0,07 + 0,095)(127 \times 807)]} = 130,04$ km/h

Come si vede la differenza tra la velocità calcolata in questo passaggio e la velocità supposta nel passaggio precedente è inferiore a <u>0,05 km/h</u>, dunque posso considerarla come il valore definitivo.

Abbiamo dunque:

$R = 807$ m
$V_p = 130,04$ km/h
$q = 0,07$

Torniamo alle clotoidi. Adottiamo, per dimensionare i parametri A di questi elementi, il primo metodo, che è stato descritto all'inizio della trattazione.
Le verifiche a cui i due parametri A delle due clotoidi vanno sottoposti sono:

- $A \geq 0,021 \cdot V^2 = 0,021 \cdot 140^2 = 411,6$

- $A \geq \sqrt{[R/\Delta_{max} \cdot 100 \cdot B\ (q_f + q_i)]} = 244,22$

Dove:
$\Delta_{max} = 18 \cdot B/V = 18 \cdot 3,75/140 = 0,482$
$q_f + q_i = 0,07 + 0,025 = 0,095$
$B = 3,75$ m
$R = 807$ m

- $A \geq R/3 = 269$
- $A < R = 807$

Scegliamo per le due clotoidi lo stesso parametro: <u>$A = \max A_{min}$</u>.

Quindi, come in precedenza:
$A_1 = A_2 = 411,6$

Avendo modificato R, cambieranno però i successivi parametri.

Calcoliamoli.
$R \times L = A^2 \rightarrow L = A^2/R$
$L_1 = L_2 = 209,93$ m

$\tau = L/2R$
$\tau_1 = \tau_2 = 0{,}13$ rad

$\Delta R = A^4/24R^3 = 2{,}275$ m

Volendo è possibile calcolare, oltre a questi, anche altri parametri per ciascuna delle due clotoidi:
1) coordinate del punto finale della clotoide (X_F, Y_F);
2) coordinate del centro della curva circolare rispetto al punto iniziale della clotoide (X_M, Y_M);
3) tangente lunga e tangente corta: T_L, T_K.

Si trascura il calcolo di tali parametri, essendo tutto sommato inessenziale al fine del posizionamento di questi elementi nel tracciato.

Ciò che occorre sempre ricordare è però che, nelle formule approssimate, appare che $X_M = L/2$, e cioè che la clotoide si dispone per metà sul rettifilo e per metà sulla curva circolare.

Calcoliamo lo sviluppo della curva circolare.

$L_{min} = 2{,}5 \times Vp/3{,}6 = 2{,}5 \times 130{,}04/3{,}6 = 90{,}30$ m

$L_c = \alpha \times R$

Dove:
α = angolo al centro "totale" fornito dal testo (nel nostro caso 30° = 0,5236 rad) – (2τ)

$\alpha = 0{,}5236 - (2 \times 0{,}13) = 0{,}2636$

$L_c = \alpha \times R = 0{,}2636 \times 807 = 212{,}7252$ m

Lo sviluppo della curva rispetta le prescrizioni minime.
Data la grandezza del raggio adottato, è superfluo confrontarlo con le lunghezze dei due rettifili.