

## **Capítol 7. DETERMINACIÓ DELS PARÀMETRES MÍNIMS DELS ACORDS VERTICALS DELS ACCESSOS A LA ROTONDA**

Per a l'obtenció dels paràmetres mínims dels acords verticals s'han de tenir en compte els següents condicionants:

- Visibilitat
- Estètics
- Comoditat

### *Condicions de visibilitat*

El primer paràmetre necessari per al càlcul dels  $K_V$ , és la distància de parada ( $D_P$ ) la qual té la següent expressió:

$$D_P = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_L + i)}$$

Els paràmetres mínims de la corba d'acord per a consideracions de visibilitat es poden obtenir amb les següents expressions:

Acords llargs:

Convex

$$K_V = \frac{D_P^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Còncav

$$K_V = \frac{D_P^2}{2 \cdot (h - h_2 + D_P \cdot \operatorname{tg} \alpha)}$$

Acords curts:

Convex

$$K_V = \frac{2}{\theta} \cdot \left( D_P - \frac{(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta} \right)$$

Còncav

$$K_V = \frac{2 \cdot (D_P (\theta - \operatorname{tg} \alpha) - (h - h_2))}{\theta^2}$$

Per comprovar l'exigència de visibilitat de parada en els acords es consideraran els valors  $h_1=1,10$  m,  $h_2=0,20$  m,  $h=0,75$  m i  $\alpha=1^\circ$ .

### *Condicions de comoditat*

Les condicions de comoditat no es contempen per a velocitats altes, però en aquest cas sí seran restrictius.

$K_V$  mínim desitjat per comoditat, tant per acords convexes com per còncaus:

$$\frac{V^2}{K_V} = 0,3 \text{ m/sg}^2$$

$K_V$  mínim absolut per comoditat, tant per acords convexes com per còncaus:

$$\frac{V^2}{K_V} = 0,5 \text{ m/sg}^2$$

### Condicions estètiques

Les longituds dels acords han de ser superiors a les velocitats de recorregut per tal que no es produeixin discontinuïtats en la percepció del traçat.

Quan l'acord acaba en *stop* o *cediu el pas* no cal tenir en comte el criteri estètic ja que ja va bé que es produeixi certa discontinuïtat.

Sí que es tindrà en comte el criteri estètic si l'acord no s'acaba exactament en el punt de detenció.

### Cas pràctic: velocitat de circulació de 20 Km/h acabant l'acord en el punt de detenció.

Per a l'obtenció dels paràmetres dels acords verticals es considera que la velocitat de circulació a l'interior de la rotonda és de 20 Km/h.

Per al càlcul de  $D_P$  suposarem d'entrada que el temps de percepció-reacció  $t_P$  val 2 sg i que la inclinació de la rasant  $i$  és nul·la.

Per a l'obtenció del coeficient de fregament longitudinal roda-paviment  $f_L$ , a la taula 3.1 de la "Instrucció de Carreteres. Norma 3.1-IC" només s'especifica per velocitats majors o iguals als 40 Km/h. Per tant, extrapolant per velocitats de 20 Km/h s'obté un valor de  $f_L$  de 0,474.

Amb aquests valors ja es pot calcular el valor de  $D_P$ :

$$D_P = \frac{20 \cdot 2}{3,6} + \frac{20^2}{254 \cdot 0,474} = 14,43 \text{ m}$$

### Així doncs:

El  $K_V$  mínim de visibilitat convex val:

$$K_V = \frac{D_P^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} = \frac{14,43^2}{2 \cdot (\sqrt{1,10} + \sqrt{0,20})^2} = 46,52 \sim 47$$

El  $K_V$  mínim de visibilitat còncau val:

$$K_V = \frac{D_P^2}{2 \cdot (h - h_2 + D_P \cdot \operatorname{tg} \alpha)} = \frac{14,43^2}{2 \cdot (0,75 - 0,20 + 14,43 \cdot \operatorname{tg} 1^\circ)} = 129,83 \sim 130$$

El  $K_V$  mínim desitjat per comoditat val:

$$\frac{V^2}{K_V} = 0,3 \text{ m/sg}^2 \quad K_V = \frac{5,56^2}{0,3} = 103$$

$$V=20 \text{ Km/h}=5,56 \text{ m/sg}$$

El  $K_V$  mínim absolut per comoditat val:

$$\frac{V^2}{K_V} = 0,5 \text{ m/sg}^2 \quad K_V = \frac{5,56^2}{0,5} = 62$$

Amb aquests valors i fórmules s'obté la següent taula per a diferents valors de  $\theta$ :

Acords curts. $K_V$ mín de visibilitat			Comoditat desitjable			Comoditat mínima	
$\theta$	Convexes	Concaus	$\theta$	Convexes	Concaus	Convexes	Concaus
0,005	-173275	-58384	0,005	103	103	62	62
0,01	-41876	-13153	0,01	103	103	62	62
0,015	-17970	-5204	0,015	103	103	62	62
0,02	-9747	-2567	0,02	103	103	62	62
0,025	-6007	-1412	0,025	103	103	62	62
0,03	-4012	-820	0,03	103	103	62	62
0,035	-2829	-485	0,035	103	103	62	62
0,04	-2076	-281	0,04	103	103	62	62
0,045	-1569	-151	0,045	103	103	62	62
0,05	-1213	-64	0,05	103	103	62	62
0,055	-955	-5	0,055	103	103	62	62
0,06	-762	35	0,06	103	103	62	62
0,065	-615	64	0,065	103	103	62	64
0,07	-501	85	0,07	103	103	62	85
0,075	-411	100	0,075	103	103	62	100
0,08	-339	110	0,08	103	110	62	110
0,085	-280	118	0,085	103	118	62	118
0,09	-232	123	0,09	103	123	62	123
0,095	-192	126	0,095	103	126	62	126
0,1	-159	128	0,1	103	128	62	128
0,105	-131	129	0,105	103	129	62	129
0,11	-108	130	0,11	103	130	62	130
0,115	-88	130	0,115	103	130	62	130
0,12	-70	129	0,12	103	129	62	129
0,125	-56	128	0,125	103	128	62	128
0,13	-43	127	0,13	103	127	62	127
0,135	-32	126	0,135	103	126	62	126
0,14	-22	124	0,14	103	124	62	124

## Model de desacceleració

Es considera que a l'entrada de la rotonda es produeix un moviment rectilini uniformement desaccelerat d'equacions:

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + V_0 \cdot t$$

$$V = a \cdot t + V_0$$

Per exemple, per un acord còncau de  $\theta=12$ , considerant una desacceleració  $a = -7 \text{ Km/h}\cdot\text{sg} = -1,94 \text{ m/sg}^2$  i que la velocitat final a l'interior de la rotonda val  $V=20 \text{ Km/h}=5,56 \text{ m/sg}$  obtenim la velocitat al començament de l'acord  $V_0$ .

De la taula anterior per  $\theta=12$  i acord còncau tenim un  $K_v = 129$

$$x = K_v \cdot \theta = 129 \cdot 12 = 15,48$$

$$15,48 = -0,972 \cdot t^2 + V_0 \cdot t \quad V_0 = 5,56 + 1,94 \cdot t \quad (1)$$

$$5,56 = -1,94 \cdot t + V_0 \quad 15,48 = -0,972 \cdot t^2 + 5,56 \cdot t + 1,94 \cdot t^2 \quad (2)$$

$$0 = 0,972 \cdot t^2 + 5,56 \cdot t - 15,48$$

Resolent l'equació de 2º grau s'obté un valor de t de 2,0497 sg que substituït a l'equació (1) dona una velocitat al començament de l'acord de  $V_0=9,54 \text{ m/sg} = 34,33 \text{ Km/h}$ .

Per a la construcció de la primera taula s'ha considerat una velocitat de 20 Km/h per al càlcul de  $D_p$  i una inclinació de la rasant  $i$  nul·la.

Si es considera la velocitat al començament de l'acord i una inclinació de la rasant de  $i=2\%$  per acords convexes i la  $i$  més desfavorable per acords còncaus s'obté la següent taula:

Acords verticals per velocitat final de 20 Km/h i final en stop o cedi el pas en 2% en pujada, sent la velocitat inicial de l'acord < 40km/h.

$\theta$	Comoditat desitj.		Comoditat mínima	
	Convex	Concau	Convex	Concau
0,005	110	110	64	64
0,01	118	118	67	67
0,015	128	128	70	70
0,02	139	139	73	73
0,025	152	152	77	77
0,03	168	168	80	80
0,035	188	188	85	85
0,04	213	213	89	89
0,045	246	246	95	95
0,05	290	290	101	101
0,055	355	355	107	107
0,06	381	381	115	115
0,065	324	324	124	124
0,07	280	280	135	135
0,075	300	300	147	147
0,08	210	217	162	162
0,085	216	233	180	180
0,09	223	246	204	204
0,095	230	126	233	233

---

0,1	236	128	229	234
0,105	103	129	213	223
0,11	103	130	198	209
0,115	103	130	166	178
0,12	103	129	174	231

---