



PRE-XVII CONGRESO ARGENTINO
de Vialidad y Tránsito
8º EXPOVIAL ARGENTINA

expo»
2014 vial
Argentina

X CONGRESO INTERNACIONAL ITS

X SIMPOSIO DEL ASFALTO

II SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN



3 AL 6

NOVIEMBRE DE 2014

HOTEL PANAMERICANO
Buenos Aires, Argentina

UNA MIRADA AL FUTURO DE LAS CARRETERAS Y EL TRANSPORTE



MESA REDONDA: ASPECTOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO
Distancia Visibilidad de Detención y Relación con los Parámetros de las Curvas
Verticales Convexas

Objetivo:

Comparar las variables que definen la Distancia de Visibilidad de Detención y los Parámetros de las Curvas Verticales Convexas de la NDG80 vigente, con las Normas y Manuales de otros países, y la Encomienda de Actualización – 2009, identificada como Proyecto de Actualización 2010 (PA-10), a fin de definir que valores resultan necesarios modificar –actualizar- para que proporcionen adecuadas características de funcionalidad, seguridad y comodidad en la circulación, compatibles con consideraciones económicas y ambientales.

Normativa Analizada:

- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, Dirección Nacional de Vialidad, Argentina 1980 (**DNV-1980**).
- Proyecto de Actualización 2010 (**PA-10**).
- Manual de Carreteras, Dirección de Vialidad (**Chile - 2014**).
- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Rurales, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem DNER (**Brasil - 1999**).
- Norma 3.1-IC Trazado de Carreteras (**España - 2000**)
- Manual de Diseño Vial e Ingeniería de Seguridad de Tránsito, RUEDIGER LAMM – BASIL PSARIANOS – THEODOR MAILANDER. Traducción del Manual efectuada en el año 2011, con fines didácticos – No Comercial, por los Ingenieros Francisco Sierra y Alejandra Fissore.

Definición:

La NDG-80 denomina Distancia de Visibilidad de Detención a la distancia que recorre, sobre una calzada en condiciones favorables, un conductor de habilidad media, manejando a la velocidad directriz, un vehículo en condiciones mecánicas aceptables, desde el instante en que observa un obstáculo imprevisto en el camino, hasta el momento en que por aplicación de los frenos, se detiene.

Cuando el camino se encuentra en pendiente la expresión que determina la distancia de visibilidad de detención D_1 , es:

$$D_1 = \frac{V \cdot t}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f \pm i)}$$

Variables intervinientes:

- **Velocidad Directriz (V_D)** : es la máxima velocidad, a la que puede circular con seguridad, un conductor de habilidad media manejando un vehículo, en condiciones mecánicas aceptables, con volúmenes bajos de tránsito, cuando el estado del tiempo, de la calzada y de la visibilidad son favorables.
- **Tiempo de Percepción y Reacción (t_{pr})**: es el lapso de tiempo que transcurre desde que el conductor observa el obstáculo hasta que acciona el freno.
- **Coefficiente de Fricción Longitudinal (f_l)**: en la fórmula incluye, por unidad de peso, la resistencia que el aire opone al avance del vehículo, la resistencia al rodamiento y la resistencia interna del motor y engranajes. Estas se consideran pequeñas comparadas con la fricción en sí.
- **Pendiente Longitudinal (i)**: valor absoluto de la pendiente, el valor positivo (+) se usa para subidas y el negativo (-) para bajadas.

Parámetros - en revisión- de la NDG-80:

- **Tiempo de Percepción y Reacción (tpr):** los valores de cálculo que se consideran son variables en función de la velocidad, a mayor velocidad menor valor de tpr.
- **Coefficiente de Fricción Longitudinal (fl):** los valores de fricción son también variables en función de la velocidad - a mayor velocidad menor fricción- y corresponden a pavimento en estado seco.

VD (km/hs)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
tpr (seg)	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0
fl (seca)	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37	0,35	0,33

Tiempo de Percepción y Reacción

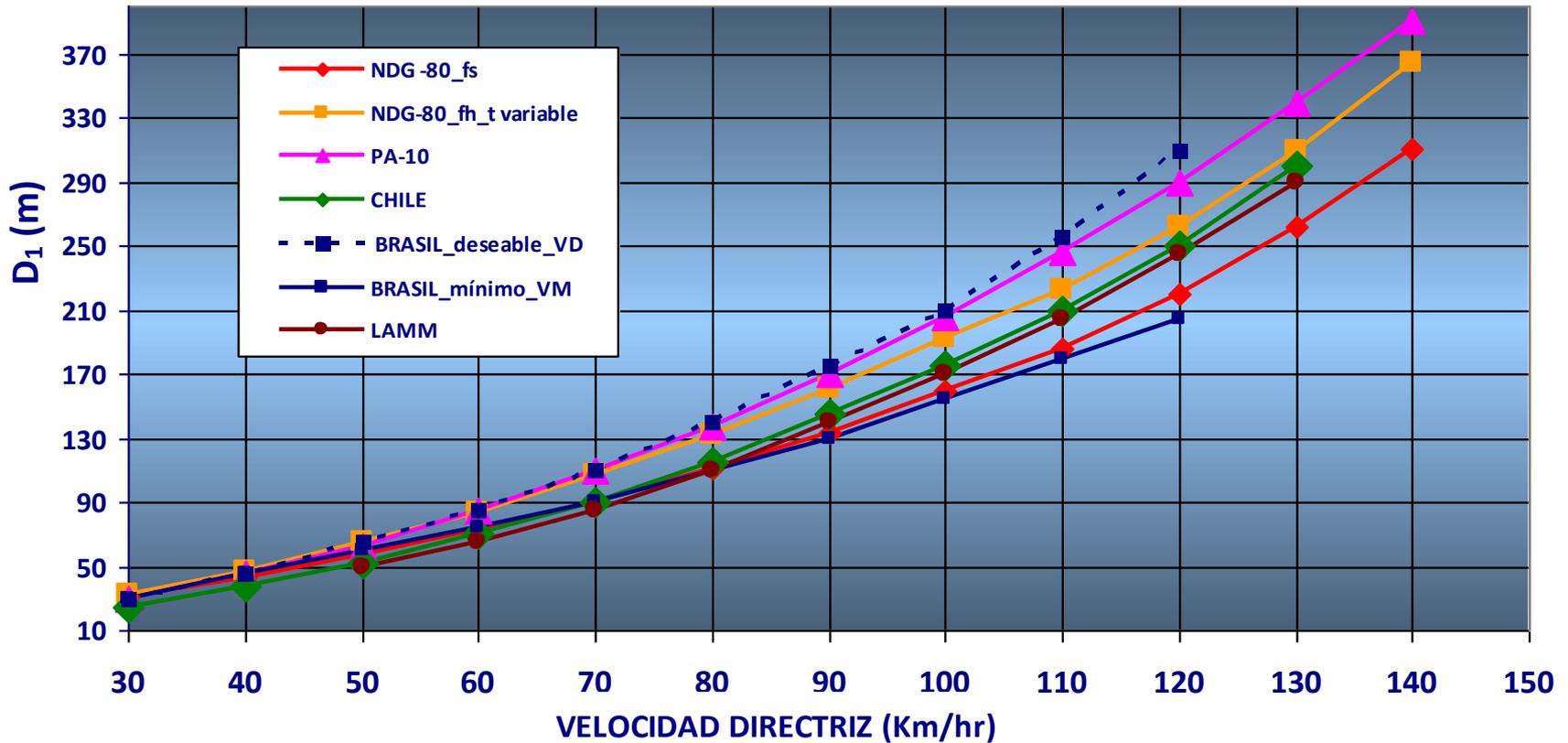
NDG -80	PA-10	CHILE	BRASIL	ESPAÑA	LAMM
f (v)	2,50	2,00	2,50	2,00	2,00

Coeficiente de Fricción Longitudinal

Norma o Manual	VD (km/hs)	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	OBSERVACIONES	
NDG -80	f1 (seca)		0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37	0,35	0,33			
NDG -80	f1 (húmeda)		0,41	0,39	0,36	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27			
PA-10		0,42	0,40	0,37	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26			
CHILE			0,42	0,42	0,41	0,40	0,38	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30				
BRASIL			0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27					DESEABLE (VD)
BRASIL			0,40	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30					MINIMO (VM < VD)
ESPAÑA			0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25		
LAMM				0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23					VO = VEL. OPERACION

D1- Distancia de Visibilidad de Detención (m)													
VD (km/ hr)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
NDG -80_fs	31	43	57	73	91	111	133	160	186	220	262	311	352
NDG-80_fh_t variable	33	47	65	84	107	132	160	192	223	262	310	364	411
PA-10	30	45	63	85	110	138	170	206	246	290	339	391	
CHILE	25	38	52	70	90	115	145	175	210	250	300		
BRASIL_mínimo_VM	30	45	60	75	90	110	130	155	180	205			
BRASIL_deseable_VD	30	45	65	85	110	140	175	210	255	310			
ESPAÑA	24	37	52	70	91	117	145	179	217	261	312	371	439
LAMM			50	65	85	110	140	170	205	245	290		

Distancia de Visibilidad de Detención (D1) en función de la Velocidad Directriz (VD)

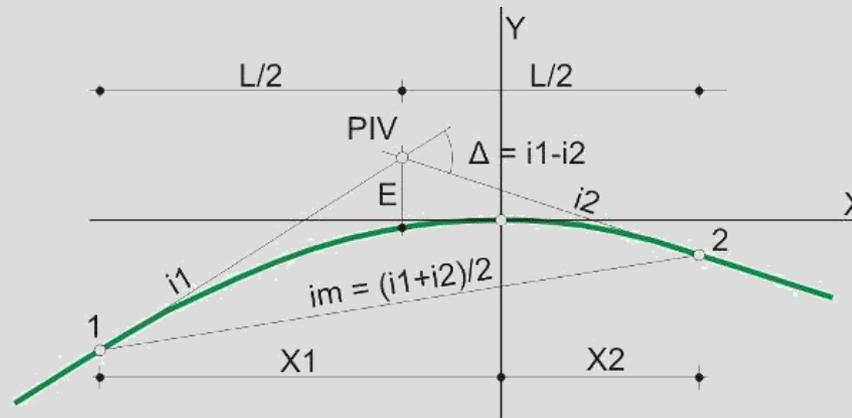


- La formulación matemática para la determinación de $D1$ es aceptada.
- La mayoría de los países adopta “tpr” constantes (independiente de la velocidad) del orden de 2 seg. o 2.5 seg.
- Existe coincidencia en la adopción de coeficientes de fricción para la condición húmeda (situación más desfavorable).

Es práctica general vincular dos rasantes rectilíneas contiguas de diferentes pendientes mediante una parábola cuadrática.

Se identifican a través de su parámetro que es el radio de curvatura en el vértice.

$$P = \frac{x^2}{2y}$$



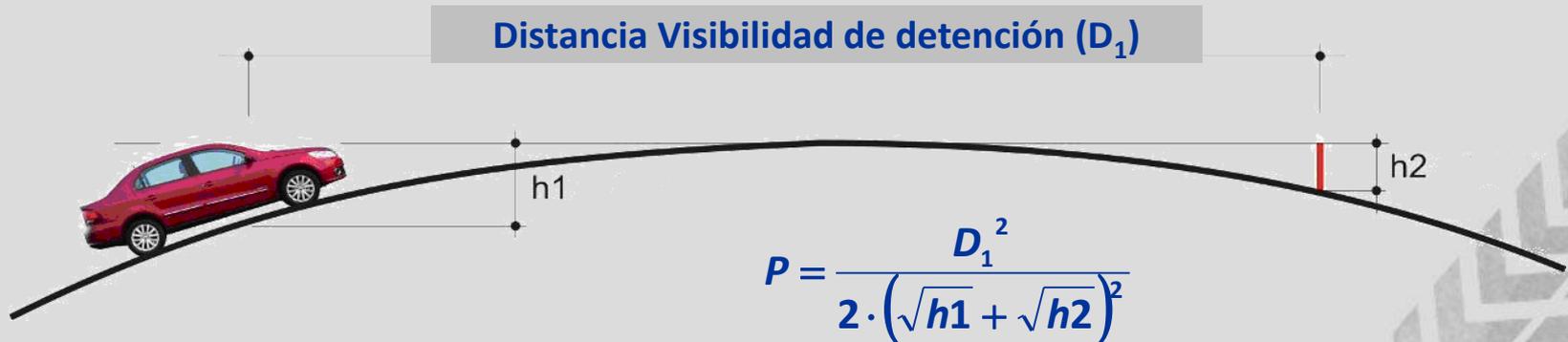
$$L[m] = \frac{P[m] \cdot \Delta i[\%]}{100}$$

$$\Delta i = i_1 - i_2$$

$$i_m = \frac{i_1 + i_2}{2}$$

Este parámetro debe verificar cuatro condiciones para el diseño:

- 1) **Seguridad para el tránsito:** para satisfacer esta condición es indispensable contar con distancias de visibilidad, desde el ojo del conductor hasta el posible obstáculo, iguales a las de detención. ($L = D_1$)



- 2) **Comodidad de los ocupantes en la circulación:** $P_{\min} = 0,25 \cdot V^2$
- 3) **Apariencia estética:** $P_{\min} = \frac{0,7 \cdot V}{\Delta i}$ $P_{\min} = 400m$
- 4) **Drenaje superficial adecuado:** se tiene en cuenta en diseños con cordones.

Variables consideradas en la NDG-80 vs. otras Normas/Manuales:

Norma / Manual	Altura del ojo h1 (m)	Altura del objeto h2 (m)
NDG-80	1,1	0,20
PA-10	1,1	0,30
CHILE 2014	: 1,1	: 0,20
BRASIL 1999	1,1	0,15
AASHTO 94	1,07	0,15
LAMM	1,0	0 - 0,45*

* Variable con la velocidad

Parámetro de Curvas Verticales Convexas.

Tabla de Comparación

PARAMETROS MINIMOS DE LAS CURVAS VERTICALES CONVEXAS para $i=0$

Norma o Manual	VD (km /hr)												h1	h2
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140		
NDG-80_fs_absoluto	400	500	800	1.250	2.000	2.857	4.000	5.714	8.000	12.500	15.000	25.000	1,10	0,20
NDG-80_fs_deseable	400	625	1.111	1.666	2.857	4.000	5.714	8.000	12.500	15.000	25.000	35.000	1,10	0,20
NDG-80_fh_absoluto	400	500	950	1.550	2.550	3.900	5.750	8.300	11.100	15.400	21.500	29.500	1,10	0,20
NDG-80_fh_deseable	500	950	1.550	2.550	3.900	5.750	8.300	11.100	15.400	21.500	29.500	37.500	1,10	0,20
PA -10	400	400	800	1.500	2.400	3.800	5.700	8.400	11.900	16.500	22.600	30.000	1,10	0,30
CHILE	300	400	700	1.200	1.800	3.000	4.700	6.850	9.850	14.000			1,10	0,20
BRASIL_absoluto (VM)	200	500	900	1.400	2.000	2.900	4.100	5.800	7.900	10.200			1,10	0,15
BRASIL_deseable (VD)	200	500	1.000	1.800	2.900	4.800	7.400	10.700	16.400	23.300			1,10	0,15
LAMM			1.500	2.500	3.200	4.300	5.700	7.400	11.000	15.000	20.000		1,00	0 - 0,45
ESPAÑA		303		1.085		3.050		7.125		15.276			1,10	0,20

- La formulación matemática para la determinación de P es aceptada.
- La altura del ojo - **$h_1=1,10$ m** - es coincidente con la normativa internacional (1,07m y 1,10m) .
- La altura del objeto - **$h_2=0,20$ m** - es el valor de mayor influencia en la determinación del parámetro a aplicar y en la normativa internacional.
- La bibliografía indica que los parámetros correspondientes a Distancias de Visibilidad de Detención superiores a los 300 m, no generarían mejoras de seguridad significativas.

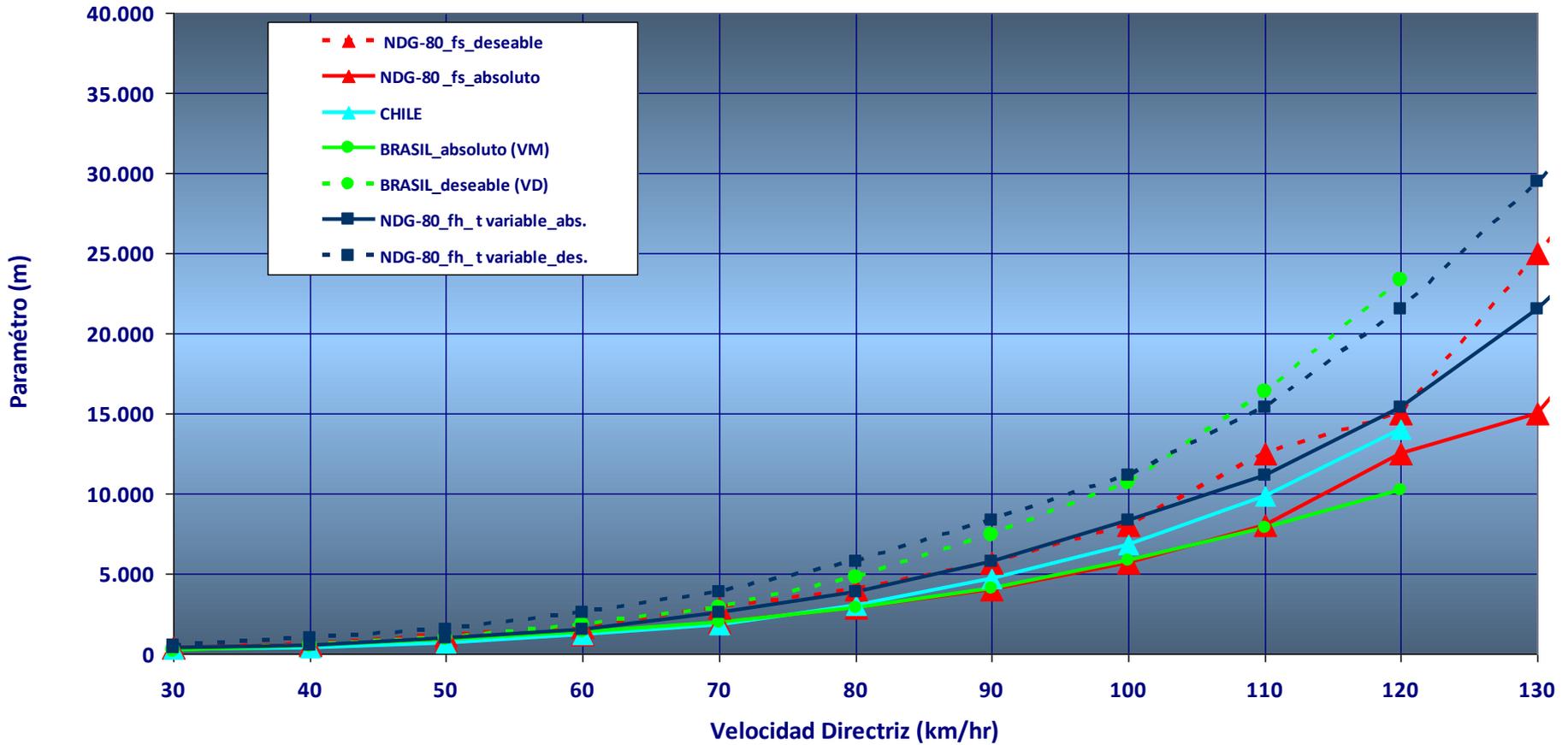
Con la adopción de la fricción húmeda se producen los incrementos que se indican a continuación:

- Un 16% en promedio para la Distancia de Visibilidad de Detención y un 27% medio para el Parámetro Mínimo Absoluto correspondiente a las curvas verticales convexas.

D1- Distancia de Visibilidad de Detención (m)													
VD (km/ hr)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
NDG -80_fs	31	43	57	73	91	111	133	160	186	220	262	311	352
NDG-80_fh_t variable	33	47	65	84	107	132	160	192	223	262	310	364	411

PARAMETROS MINIMOS DE LAS CURVAS VERTICALES CONVEXAS para i=0														
Norma o Manual	VD (km /hr)												h1	h2
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140		
NDG-80_fs_absoluto	400	500	800	1.250	2.000	2.857	4.000	5.714	8.000	12.500	15.000	25.000	1,10	0,20
NDG-80_fs_deseable	400	625	1.111	1.666	2.857	4.000	5.714	8.000	12.500	15.000	25.000	35.000	1,10	0,20
NDG-80_fh_absoluto	400	500	950	1.550	2.550	3.900	5.750	8.300	11.100	15.400	21.500	29.500	1,10	0,20
NDG-80_fh_deseable	500	950	1.550	2.550	3.900	5.750	8.300	11.100	15.400	21.500	29.500	37.500	1,10	0,20

Pmín. Vigentes (Argentina, Chile y Brasil) vs. Pmín. Propuestos



Muchas Gracias!

**G r u p o
d e t r a b a j o**

Pablo Delorenzi Mariana García
Claudio Gómez Graciela Laurencena
Arnoldo Navarrete Signorile Eugenio Quattrocchio