

# COMPARATIVA DE PARÁMETROS PLANIMÉTRICOS Y ALTIMÉTRICOS EN LA EVOLUCION DE LA NORMATIVA DE DISEÑO GEOMÉTRICO ARGENTINA

Luis Ricci, Gustavo Das Neves

LEMaC Centro de Investigaciones Viales, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, Calle 60 y 124, (1900) La Plata, Bs. As., Argentina  
+54-221-4890413, [ing.luis.ricci@gmail.com](mailto:ing.luis.ricci@gmail.com)

## RESUMEN

Por largo tiempo el diseño geométrico de caminos en la República Argentina se basó en la normativa redactada por el Ing. Rühle en el año 1967, y que luego fuera reeditada en el año 1980 por un conjunto de consultoras. Luego de dos décadas de letargo en cuanto a su actualización finalmente en el año 2010 salió a la luz el proyecto de Normas que la DNV encargara a la Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña – EICAM de la Universidad Nacional de San Juan. El mencionado documento no ha sido implementado ni aprobado oficialmente por la DNV, sin embargo es un aporte invaluable a la ingeniería vial argentina. Hacia fines del año 2015 la Asociación Argentina de Carreteras elevó a distintos profesionales, empresas y reparticiones un proyecto de normativa de diseño geométrico para caminos de la red vial nacional, a los fines de que sea debatido para su posterior elevación a las autoridades viales.

El presente trabajo consta de una comparativa de las distintas normas y sus proyectos, en cuanto a algunos parámetros específicos, como ser: el cálculo de la distancia visual de detención, el cálculo de radios de curvas horizontales, y el cálculo de longitudes de curvas verticales.

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo realiza una comparación de la normativa de diseño geométrico Argentina a lo largo de su evolución, desde el año 1965 a la actualidad. En particular se ha decidido circunscribir el alcance del mismo al análisis de tres parámetros fundamentales en cuanto al diseño planimétrico y altimétrico de un camino:

- Distancia Visual de Detención (DVD)
- Radios de Curvas Horizontales (RH)
- Longitudes de Curvas Verticales (LCV)

La elección de estos parámetros se fundamenta en el hecho que son cuantificables y por ende comparables, además de pertenecer al grupo de principales elementos que configuran la geometría del eje del camino y establecen estándares de seguridad, comodidad, estética y economía de la obra.

Se ha decidido analizar los siguientes documentos, a los cuales se le asigna una nomenclatura abreviada que se muestre entre paréntesis y se empleará a lo largo de todo el trabajo.

- Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales (DNV 67)<sup>1</sup>
- Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial (DNV 2010)<sup>2</sup>
- Borrador Normas de Diseño Geométrico de Caminos de la Red Vial Nacional (DNV 2015)<sup>3</sup>

## II. DESARROLLO

### a. Distancia Visual de Detención

La DVD es la distancia que requiere un conductor de habilidad media manejando a la velocidad directriz un vehículo en condiciones mecánicas aceptables sobre una calzada húmeda, desde el instante en que observa un obstáculo imprevisto en el camino hasta el momento en que se detiene completamente delante del obstáculo por aplicación de los frenos. El modelo de cálculo matemático, ampliamente aceptado, es el adoptado por AASHTO, donde la DVD se compone por la suma de la Distancia de Percepción y Reacción (DPR) y la Distancia de Frenado (DF).

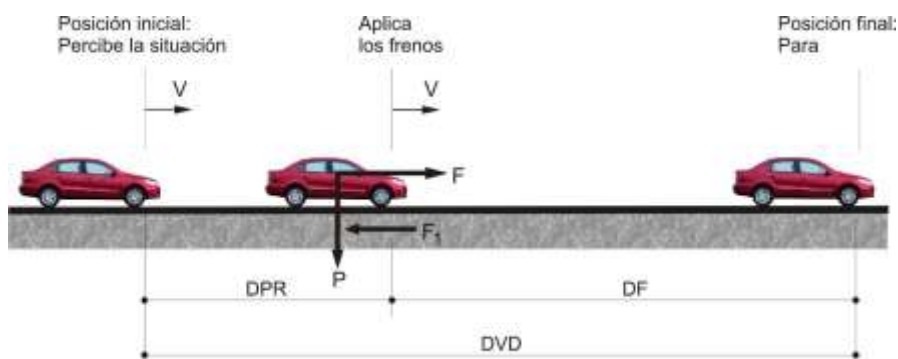
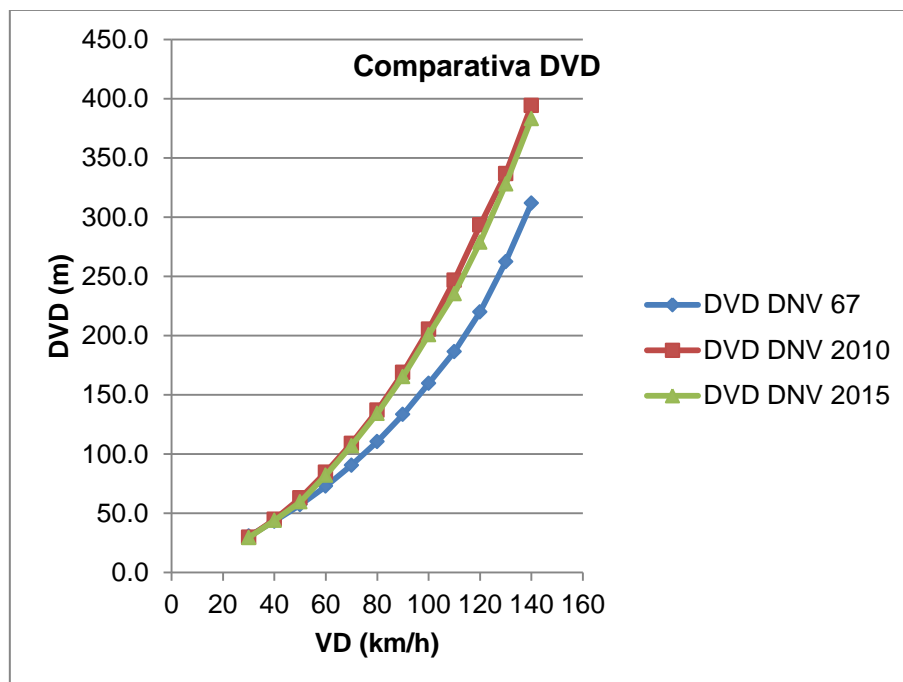


Figura 1. Modelo de cálculo de DVD (Fuente: <sup>2</sup>)

Como herramienta de análisis se ha elaborado la Tabla 1, donde se puede visualizar no sólo el cálculo de la DVD para cada velocidad directriz (VD), sino también el tiempo de percepción y reacción (tpr) adoptado en los cálculos, y el coeficiente de fricción longitudinal (fl) para cada normativa.

VD	DNI 67			DNI 2010			DNI 2015		
	DVD	tpr	fl	DVD	tpr	fl	DVD	tpr	fl
30	30,7	2,9	0,54	29,7	2,5	0,4	29,5	2,5	0,41
40	43,2	2,8	0,52	44,8	2,5	0,37	43,9	2,5	0,39
50	57,2	2,7	0,5	62,8	2,5	0,35	59,6	2,5	0,396
60	72,9	2,6	0,48	84,6	2,5	0,33	82,2	2,5	0,35
70	90,5	2,5	0,46	108,9	2,5	0,32	107,1	2,5	0,33
80	110,6	2,4	0,44	136,8	2,5	0,31	134,3	2,5	0,32
90	133,4	2,3	0,42	168,8	2,5	0,3	165,4	2,5	0,31
100	159,5	2,2	0,4	205,2	2,5	0,29	200,7	2,5	0,3
110	186,3	2,1	0,39	246,5	2,5	0,28	235,2	2,5	0,3
120	219,9	2	0,37	293,3	2,5	0,27	278,8	2,5	0,29
130	262,3	2	0,35	336,7	2,5	0,27	327,9	2,5	0,28
140	311,6	2	0,33	394,0	2,5	0,26	383,0	2,5	0,27

Tabla 1. Comparativa de DVD para las normativas Argentinas



Gráfica 1. Comparativa de DVD para las normativas Argentinas

En este caso en particular se puede visualizar en la Gráfica 1 que ambos proyectos de actualización de normativa arrojan DVD más holgadas que la normativa vigente DNI 67, y esa diferencia se acentúa a medida que aumenta la velocidad directriz.

## b. Radio de Curvas Horizontales

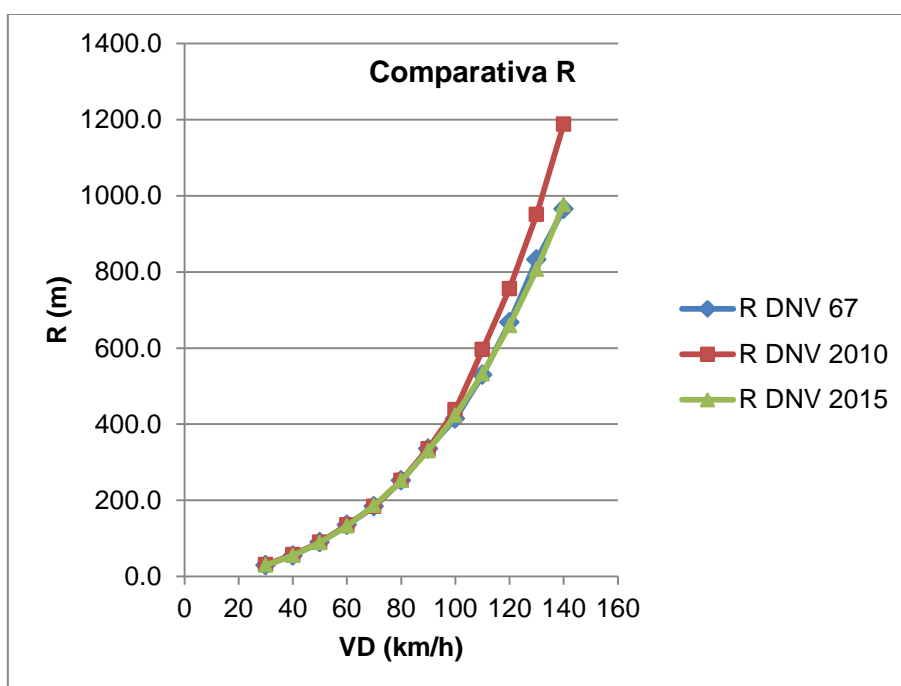
El radio (R) de una curva circular se determina en función de la VD, el peralte y la fricción transversal (ft) del pavimento, mediante la siguiente expresión:

$$R = VD^2 / (127 \cdot (ft + p/100))$$

Como parte del análisis del trabajo, se presenta Tabla 2 comparativa, donde se ha fijado como parámetro de diseño un peralte máximo (p) del 6 %. Puede visualizarse no sólo el cálculo del R para cada velocidad directriz, sino también el coeficiente de fricción transversal (ft), variable en función de la VD.

VD	DNV 67			DNV 2010			DNV 2015		
	R	p	ft	R	p	ft	R	p	ft
30	29,5	6	0,18	30,8	6	0,17	30,2	6	0,18
40	54,8	6	0,17	57,3	6	0,16	55,3	6	0,17
50	89,5	6	0,16	89,5	6	0,16	89,1	6	0,16
60	135,0	6	0,15	135,0	6	0,15	132,5	6	0,15
70	183,7	6	0,15	183,7	6	0,15	186,4	6	0,15
80	252,0	6	0,14	252,0	6	0,14	252,0	6	0,14
90	335,7	6	0,13	335,7	6	0,13	330,5	6	0,13
100	414,4	6	0,13	437,4	6	0,12	423,3	6	0,13
110	529,3	6	0,12	595,5	6	0,1	532,3	6	0,12
120	667,0	6	0,11	755,9	6	0,09	659,2	6	0,11
130	831,7	6	0,1	950,5	6	0,08	806,5	6	0,11
140	964,6	6	0,1	1187,2	6	0,07	976,8	6	0,10

Tabla 2. Comparativa de R para las normativas Argentinas



Gráfica 2. Comparativa de R para las normativas Argentinas y p=6%

A diferencia del caso anterior, y como puede observarse en la Gráfica 2, el cálculo del R de curva circular arroja valores invariables hasta la VD de 90 km/h y a partir de allí los valores son superiores para el proyecto de normativa DNV 2010 en comparación con la norma vigente y el borrador DNV 2015, esa diferencia se acentúa a medida que aumenta la velocidad directriz.

### c. Longitud de Curvas Verticales

Las curvas verticales empleadas en el diseño vial corresponden a expresiones parabólicas, y cómo es sabido su cálculo difiere según la tipología de la curva sea cóncava o convexa. La ecuación paramétrica de la parábola cuadrática empleada en el diseño geométrico vial es:

$$L = p \cdot \Delta$$

dónde:

L = longitud de la curva vertical (m)

p = parámetro (m)

$\Delta$  = diferencia algebraica de pendientes (m/m)

Existen distintos criterios para el cálculo de la longitud mínima de una curva vertical:

- Seguridad de operación
- Apariencia estética de la rasante
- Comodidad de los pasajeros
- Drenaje superficial

Los tres documentos analizados establecen valores de parámetro mínimo (p) para cada tipo de curva y para una determinada diferencia algebraica de pendientes  $\Delta$ , los cuales suelen resumirse en tablas.

#### Curvas verticales convexas

Para el caso de estudio se empleó una diferencia algebraica constante de 2 %, obteniéndose los resultados presentados en la Tabla 3.

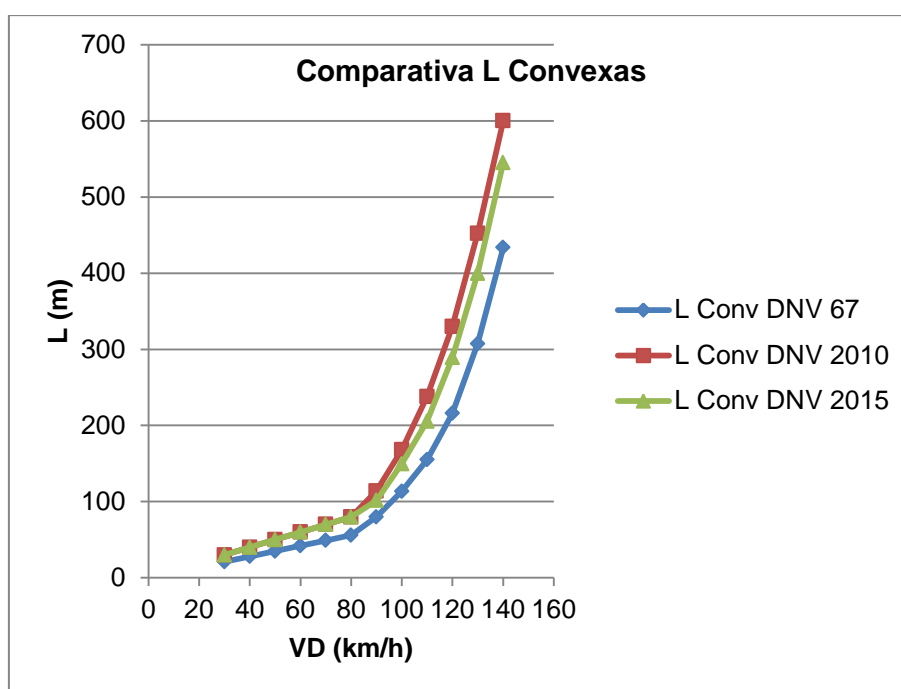
VD	DNV 67		DNV 2010		DNV 2015	
	pminabs (	L CONVEXA	pminabs (	L CONVEXA	pminabs (	L CONVEXA
30	1050	21	400	30	161	30
40	1400	28	400	40	359	40
50	1750	35	800	50	716	50
60	2100	42	1500	60	1254	60
70	2450	49	2400	70	2130	70
80	2800	56	3800	80	3351	80
90	4000	80	5700	114	5081	102
100	5681	114	8400	168	7483	150
110	7748	155	11900	238	10277	206
120	10793	216	16500	330	14445	289

130	15360	307	22600	452	19978	400
140	21675	433	30000	600	27259	545

Tabla 3. Comparativa de L para curvas convexas

Donde  $p_{minabs}$  (, es el parámetro mínimo absoluto para curva convexa.

El cambio de tonalidad en cada columna de la Tabla 3 corresponde a que cambia el criterio que prevalece para el cálculo, pasando del criterio estético para VD bajas al criterio de seguridad para VD altas.



Gráfica 3. Comparativa de L para curvas convexas

En la Gráfica 3, se detecta que el proyecto de normas DNV 2010, como en otros parámetros, sigue manteniendo valores más holgados de longitudes de curva, en cambio la versión DNV 2015 se encuentra en una situación intermedia.

### Curvas verticales cóncavas

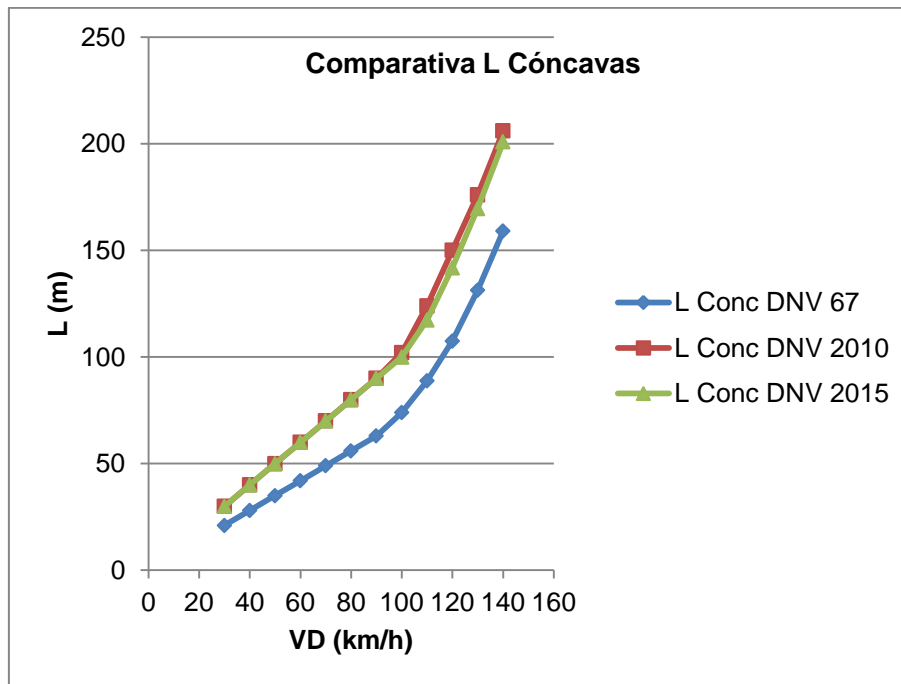
Para un mismo quiebre de pendientes y una misma VD de proyecto, las curvas verticales cóncavas suelen ser más pequeñas que las curvas verticales convexas. Esta diferencia se incrementa a medida que aumenta la VD. Tomando el mismo procedimiento de cálculo como metodología de análisis se obtienen los valores de longitud de curva, presentes en la Tabla 4.

VD	DNV 67		DNV 2010		DNV 2015	
	$p_{minabs}$ )	L CONCAVA	$p_{minabs}$ )	L CONCAVA	$p_{minabs}$ )	L CONCAVA
30	1050	21	400	30	400	30
40	1400	28	800	40	705	40

50	1750	35	1200	50	1142	50
60	2100	42	1800	60	1656	60
70	2450	49	2400	70	2317	70
80	2800	56	3200	80	3057	80
90	3150	63	4100	90	3913	90
100	3697	74	5100	102	4897	100
110	4438	89	6200	124	5865	117
120	5375	107	7500	150	7094	142
130	6565	131	8800	176	8482	170
140	7955	159	10300	206	10044	201

Tabla 4. Comparativa de L para curvas cóncavas

Donde  $p_{minabs}$  ), es el parámetro mínimo absoluto para curva cóncava.



Gráfica 4. Comparativa de L para curvas cóncavas

Al igual que en las curvas convexas se puede apreciar un cambio de criterio de cálculo para determinados niveles de velocidad directriz que rondan los 90 y 100 km/h en esta diferencia algebraica de pendientes.

Del mismo modo se detecta, en la Gráfica 4, que el proyecto de normas DNV 2010, sigue manteniendo valores más holgados de longitudes de curva, situación que se repite con la versión DNV 2015.

### III. CONCLUSIONES

- De la comparación entre los distintos parámetros analizados surge, que en líneas generales, el proyecto de norma DNV 2010 arroja parámetros más holgados o conservadores quedando siempre del lado de la seguridad. No obstante el borrador DNV 2015 es una instancia intermedia, en comparación con DNV 67.
- Si bien la seguridad debe prevalecer en la mente del proyectista vial, esta tendencia de las nuevas normativas puede parecer sobredimensionada al no contener la mejora promedio del parque automotor en los últimos tiempos, en cuanto a los sistemas de frenado de los vehículos y a la tecnología aplicada al desarrollo de los neumáticos.
- Se debe optar por un modelo de norma actualizado y ponerlo en vigencia a la brevedad para evitar dualidad normativa y confusión entre los distintos actores que intervienen en el proyecto de obras viales en el contexto nacional.
- Una vez puesta en vigencia, es deseable que la nueva normativa sea revisada anualmente mediante un comité comprendido por las reparticiones viales, nacional y provinciales y la Cámara Argentina de Consultores. Y además sea reeditada cada 4 años.
- Existen otras diferencias sustanciales entre los documentos analizados, sobre todo por incluir o no temáticas innovadoras, por el sólo hecho del paso del tiempo, como así también en el enfoque, más reglamentario o más didáctico que podría tener cada una de ellas. Lo que reafirma la necesidad de poner en vigencia a la brevedad un nuevo marco normativo.

### IV. BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> RHÜLE, Federico. Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales. DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. 1967. Argentina.
- <sup>2</sup> ESCUELA DE CAMINOS DE INGENIERIA DE MONTAÑA, EICAM. Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial. DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. 2010. Argentina.
- <sup>3</sup> ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS. Borrador Normas de Diseño Geométrico de Caminos de la Red Vial Nacional. DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. 2015. Argentina.