

1.- VELOCIDAD

1.1.- GENERALIDADES

Todos los vehículos que circulan sobre una determinada carretera no lo hacen a la misma velocidad, ya que sus características operativas son diferentes y el comportamiento de los conductores es muy variado.

La *velocidad* adoptada por cada *conductor* depende, en general, de:

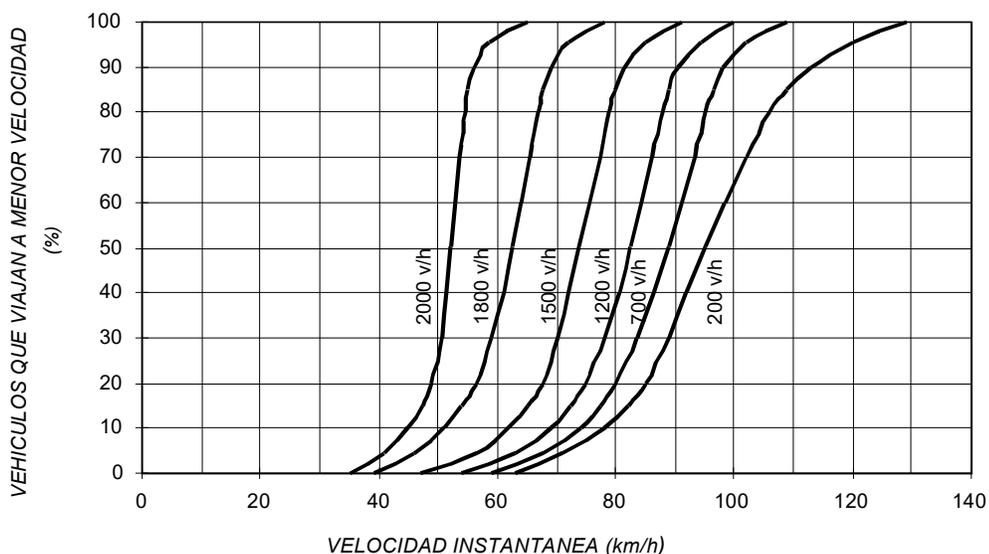
- Características físicas de la carretera y de sus zonas adyacentes.
- Condiciones climáticas.
- Tipo y número de otros vehículos que circulan simultáneamente.
- Limitaciones legales de la velocidad u otro tipo de norma vigente.
- Habilidad conductiva y estado anímico del conductor.
- Tipo y estado del vehículo.

Teniendo en cuenta las características de los vehículos y de los conductores, el Diseño Geométrico tiene como uno de sus objetivos principales, brindar las condiciones para que se puedan mantener velocidades relativamente uniformes, logrando una conducción segura y libre de situaciones imprevistas.

1.2.- DISTRIBUCION DE VELOCIDADES

A medida que aumentan los volúmenes de tránsito los conductores tienen menos posibilidades de elegir su propia velocidad, reduciéndose en consecuencia los valores medios de la velocidad, como así también el rango de velocidades en que circula la mayoría de los vehículos.

En la figura siguiente, sobre la base de estudios realizados por el Bureau of Public Roads (B.P.R.), se grafica la distribución de velocidades en carreteras rurales de dos carriles indivisos con doble sentido de circulación, para variados volúmenes de tránsito en condiciones de flujo ininterrumpido.



DISTRIBUCION DE VELOCIDADES DE AUTOMOVILES EN CARRETERAS RURALES DE DOS CARRILES CON DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION (B.P.R.)

1.3.- DEFINICIONES

El concepto físico de velocidad como espacio recorrido en la unidad de tiempo, tiene en el campo vial distintas aplicaciones según se la relacione con las características propias de los vehículos, las interferencias entre ellos, las particularidades de los conductores, y el entorno que permita desarrollar las capacidades operativas de los vehículos y satisfacer las expectativas de los conductores.

A los fines del estudio de la velocidad vehicular en carreteras pueden definirse:

- **Velocidad de Diseño:** Se la define como la máxima velocidad que puede ser mantenida, con absoluta seguridad, sobre un determinado tramo de carretera con bajo volumen de tránsito y buenas condiciones climáticas, tal que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación. Es la velocidad utilizada para diseñar las características físicas de una carretera.
- **Velocidad de Operación:** Es la máxima velocidad con que circula un vehículo a lo largo de un tramo de carretera, con absoluta seguridad, sin restricciones de orden climático, y en condiciones prevalecientes de carretera y tránsito. Se utiliza en el análisis operacional de carreteras (capacidad y niveles de servicio).

Dentro de una corriente de tránsito, si se miden las velocidades individuales de cada uno de los vehículos se encontrarán valores superiores, iguales e inferiores a la velocidad de operación. Cada una de ellas es la velocidad de marcha correspondiente al vehículo considerado.

Dentro de una corriente de tránsito, además pueden presentarse circunstancias que obliguen a la detención momentánea del flujo. Estas circunstancias pueden ser provocadas por causas propias del control de tránsito (semaforización, puestos de peaje, señales, etc.) o por causas internas de dicha corriente. Esto último sucede cuando el volumen de tránsito adquiere valores considerables y la interacción vehicular provoca interferencias en el flujo.

- **Velocidad de Marcha:** Es aquella desarrollada por un vehículo en un tramo de carretera, cuyo valor se obtiene dividiendo la longitud del tramo por el tiempo que el vehículo emplea en recorrerlo, excluyendo las demoras debidas al tránsito. La máxima *velocidad de marcha segura* corresponde a la *velocidad de operación*.
- **Velocidad de Viaje:** Es aquella desarrollada por un vehículo en un tramo de carretera, que se obtiene dividiendo la longitud del tramo por el tiempo total empleado en recorrerlo, incluyendo todas las demoras debidas al tránsito.

En condiciones de *flujo ininterrumpido* la *velocidad de viaje* será igual a la *velocidad de marcha*.

En los tiempos considerados anteriormente no se incluyen, en ninguno de los dos casos, las detenciones provocadas por las necesidades de servicio del conductor ni las del vehículo (comidas, aprovisionamiento de combustibles, etc.).

- **Velocidad Instantánea:** Es aquella desarrollada por un vehículo en un punto determinado del camino.

1.4.- VALORES MEDIOS DE LA VELOCIDAD

En la definición de valores medios de velocidad para una muestra de vehículos cabe diferenciar dos términos:

- **Velocidad Media (Vm) o velocidad media en el espacio:** es aquella que se obtiene dividiendo la distancia total recorrida por todos los vehículos de la muestra, por la suma de todos los tiempos empleados en recorrer tal distancia.

$$V_m = \frac{n L}{\sum T_i} = \frac{n}{\sum (1 / V_i)}$$

En función del tiempo considerado para los vehículos de la muestra, pueden definirse dos *velocidades medias*:

- **Velocidad Media de Marcha.**
- **Velocidad Media de Viaje.**
- **Velocidad Promedio (V_p) o velocidad promedio en el tiempo:** es aquella que se obtiene mediante el promedio aritmético de las velocidades, en general *velocidades instantáneas*, de todos los vehículos de la muestra.

$$V_p = \frac{\sum V_i}{n}$$

donde:

- n número de vehículos de la muestra
- L longitud del tramo considerado
- T_i tiempo empleado por cada vehículo
- V_i velocidad de cada vehículo

1.5.- VELOCIDAD DE DISEÑO

Como norma general la *velocidad de diseño* de una carretera queda determinada en función de las siguientes variables:

- *Categoría de la vía*
- *Volumen de tránsito* que soportará dicha facilidad vial.
- *Características topográficas* de la región.
- *Uso del suelo*
- *Disponibilidad de recursos económicos*

Siempre debe tratarse de adoptar el mayor valor posible para la *velocidad de diseño*, ya que ciertos elementos del trazado vial (curvas horizontales y verticales, pendientes, visibilidad, etc.) son función de ésta, y una vez construida la carretera son sumamente costosas las correcciones de estos elementos.

Al proyectar una carretera, es conveniente, aunque no siempre factible, mantener un valor constante para la velocidad de diseño. La diferencia entre las velocidades de dos tramos consecutivos no debe superar en ningún caso los 15 km/h. Todo cambio de velocidad debe ser claramente advertido mediante una adecuada señalización.

En nuestro país las rutas están clasificadas, según normas vigentes de la Dirección Nacional de Vialidad, en seis categorías de acuerdo al volumen de tránsito de proyecto, y cada una de ellas presenta diferentes características según las condiciones topográficas de la región (llanura, ondulado y montaña).

Las *velocidades de diseño* asignadas a cada caso son las siguientes:

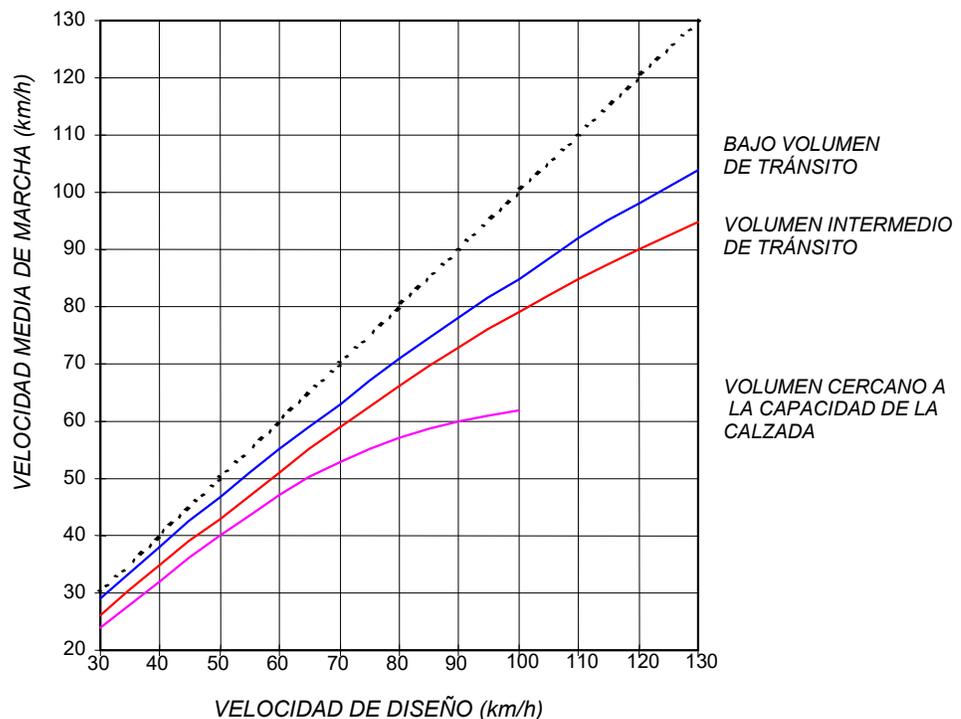
VELOCIDADES DE DISEÑO SEGUN NORMAS D.N.V.				
CATEGORIA DEL CAMINO	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)		
		LLANURA	ONDULADO	MONTAÑA
ESPECIAL	> 15.000	130	110	---
I	5.000 a 15.000	130	110	80
II	1.500 a 5.000	120	100	70
III	500 a 1.500	110	90	60
IV	150 a 500	100	70	40
V	< 150	90	50	30

1.6.- VELOCIDAD MEDIA DE MARCHA

Las mediciones de velocidades desarrolladas en tramos de caminos han demostrado que, en rutas con *velocidades de diseño* elevadas, las *velocidades medias de marcha* son notablemente inferiores a aquéllas, mientras que para *velocidades de diseño* bajas las *velocidades medias de marcha* están cercanas a las mismas.

Por otra parte las *velocidades medias de marcha* aumentan al disminuir los volúmenes de tránsito.

En la figura siguiente se muestra la relación existente entre la *velocidad de diseño* y la *velocidad media de marcha*, según las normas AASHTO 1994, para volúmenes de tránsito bajos, intermedios y elevados.



La velocidad media de marcha depende, a igualdad de otras condiciones, del volumen de tránsito: a medida que el mismo pasa por las condiciones de bajo, intermedio y alto, la velocidad media de marcha disminuye.

La curva de bajos volúmenes de tránsito se emplea con mucha frecuencia en el diseño geométrico de las carreteras. Un diseño que satisfaga los bajos volúmenes de tránsito puede servir perfectamente a la circulación cuando los volúmenes de tránsito son mayores, ya que la *velocidad media de marcha* será menor.

Las normas AASHTO 1994 adoptan la *velocidad media de marcha para bajos volúmenes de tránsito* para diseñar ciertos elementos de la carretera como son: distancia de visibilidad, pendientes, longitud de carriles de cambio de velocidad, etc.

Asimismo se ha observado que las *velocidades medias de marcha* se reducen en circulación en curva a medida que los radios disminuyen.

1.7.- VELOCIDAD ECONOMICA

Con relación a lo que puede definirse como una *velocidad económica de operación*, la misma estará determinada por las siguientes variables:

- *Costo de operación del vehículo*
- *Costo del tiempo requerido por los usuarios (conductores y/o pasajeros) para la realización del viaje*
- *Costo promedio de accidentes*
- *Costos del confort y comodidad del viaje*

Los tres primeros factores pueden ser evaluados relacionando velocidades con costos efectivos, mientras que la última variable es de más difícil determinación en términos económicos.

A título de ejemplo se presenta la gráfica correspondiente a costos de circulación de automóviles en carreteras, en función de la velocidad desarrollada por los vehículos.

