

- c.4) Existencia en las proximidades de un muro de sostenimiento en una carretera con velocidad de proyecto (V_p) superior a 60 km/h y terreno accidentado o muy accidentado.
- c.5) Siempre que aunque no se den los requisitos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave, en emplazamientos singulares con accidentes por salida de vía, tales como:
- Nudos complejos.
 - Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
 - Emplazamientos con una elevada accidentalidad.

TABLA 1. DISTANCIA (m) DEL BORDE EXTERIOR DE LA MARCA VIAL A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL, POR DEBAJO DE LA CUAL SE CONSIDERA QUE EXISTE RIESGO DE ACCIDENTE, SEGÚN LA GRAVEDAD DEL MISMO.

| TIPO DE CARRETERA | TIPO DE ALINEACIÓN | TALUD ⁽¹⁾ TRANSVERSAL DEL MARGEN ⁽²⁾ Horizontal:Vertical | RIESGO DE ACCIDENTE | |
|-----------------------------------|--|---|---------------------|--------|
| | | | GRAVE O MUY GRAVE | NORMAL |
| CARRETERAS DE CALZADA ÚNICA | Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1 500 m | > 8:1 | 7,5 | 4,5 |
| | | 8:1 a 5:1 | 9 | 6 |
| | | < 5:1 | 12 | 8 |
| | Lado exterior de una curva de radio < 1 500 m | > 8:1 | 12 | 10 |
| | | 8:1 a 5:1 | 14 | 12 |
| | | < 5:1 | 16 | 14 |
| CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS | Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1 500 m | > 8:1 | 10 | 6 |
| | | 8:1 a 5:1 | 12 | 8 |
| | | < 5:1 | 14 | 10 |
| | Lado exterior de una curva de radio < 1 500 m | > 8:1 | 12 | 10 |
| | | 8:1 a 5:1 | 14 | 12 |
| | | < 5:1 | 16 | 14 |

⁽¹⁾: en todo el texto de estas recomendaciones los taludes transversales del margen se expresan mediante la relación "horizontal:vertical".

⁽²⁾: entre el borde exterior de la marca vial y el obstáculo o desnivel. Los valores indicados corresponden a una pendiente transversal, es decir, donde la cota del margen disminuya al alejarse de la calzada; para el caso opuesto (rampa transversal) se emplearán los límites dados para un talud transversal > 8:1. La rampa transversal podrá incluir una cuneta, siempre que sus taludes sean más tendidos que 5:1. En todo caso los cambios de inclinación transversal se suavizarán, particularmente para valores < 5:1.

3.- TIPOS, COMPORTAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

3.1.- Definiciones

Las barreras de seguridad son dispositivos (sistemas) que se sitúan a lo largo de los márgenes exteriores de una carretera o en la mediana para evitar que los vehículos que se salen de la calzada alcancen un obstáculo o un desnivel. Si además están específicamente diseñadas para la protección de los usuarios de los vehículos de

dos ruedas, se conocen con el nombre de barreras de seguridad para protección de motociclistas. Las barreras de seguridad deben contar asimismo con una disposición (terminación) específica de sus extremos.

Los pretiles son sistemas de contención de vehículos funcionalmente análogos a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para su instalación en bordes de tableros de puentes y obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento, y obras similares.

3.2.- Comportamiento de un sistema de contención frente a un impacto

El comportamiento de un sistema de contención frente al impacto de un vehículo depende fundamentalmente de las características geométricas y mecánicas de los elementos individuales constitutivos del sistema y de su conjunto, así como del tipo de cimentación empleado. Las variables anteriores dan lugar a diferentes sistemas de contención, que se distinguen por los efectos y consecuencias que el impacto de un vehículo tiene sobre sus ocupantes, sobre el vehículo y sobre el propio sistema.

Los sistemas de contención de vehículos son elementos que proporcionan un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control y disminuyen la severidad del accidente mediante la absorción de una parte de la energía cinética del vehículo y la reconducción de su trayectoria.

La característica principal que define el comportamiento de cualquier tipo de sistema de contención de vehículos es su capacidad para impedir que un vehículo que se sale de la calzada alcance un obstáculo, desnivel o elemento de riesgo del que se le pretende proteger. Esta capacidad se evalúa mediante el ensayo de los sistemas de contención ante diferentes tipos de impactos con vehículos, a partir de los cuales se define el nivel de contención del sistema.

Los niveles de contención de los sistemas de contención de vehículos, se definen en la norma UNE-EN 1317 (tabla 2), en la que se especifican asimismo las condiciones de los ensayos de impacto con vehículos a realizar y los criterios para su aceptación. Estos ensayos consisten en el impacto de un vehículo a una cierta velocidad y bajo un ángulo determinado contra el sistema de contención de vehículos.

TABLA 2. CLASES Y NIVELES DE CONTENCIÓN PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS (UNE-EN 1317).

| CLASE DE CONTENCIÓN | NIVEL DE CONTENCIÓN |
|---------------------|---------------------|
| Normal | N1 |
| | N2 |
| Alta | H1 |
| | H2 |
| | H3 |
| Muy alta | H4a |
| | H4b |

C.V.L.

Los diferentes niveles de contención y las principales características de los ensayos de impacto que deben superar los sistemas de contención de vehículos están especificados en la norma UNE-EN 1317 y se recogen en la tabla 3.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS DE IMPACTO (NORMA UNE-EN 1317).

| NIVEL DE CONTENCIÓN | DENOMINACIÓN DE LOS ENSAYOS | TIPO DE VEHÍCULO | CONDICIONES DE LOS ENSAYOS | | |
|---------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|
| | | | MASA DEL VEHÍCULO (kg) | VELOCIDAD (km/h) | ÁNGULO DE IMPACTO (°) |
| N1 | TB31 | Ligero | 1 500 | 80 | 20 |
| N2 | TB32 | Ligero | 1 500 | 110 | 20 |
| | TB11 ⁽¹⁾ | Ligero | 900 | 100 | 20 |
| H1 | TB42 | Pesado no articulado | 10 000 | 70 | 15 |
| | TB11 ⁽¹⁾ | Ligero | 900 | 100 | 20 |
| H2 | TB51 | Autobús | 13 000 | 70 | 20 |
| | TB11 ⁽¹⁾ | Ligero | 900 | 100 | 20 |
| H3 | TB61 | Pesado no articulado | 16 000 | 80 | 20 |
| | TB11 ⁽¹⁾ | Ligero | 900 | 100 | 20 |
| H4a | TB71 | Pesado no articulado | 30 000 | 65 | 20 |
| | TB11 ⁽¹⁾ | Ligero | 900 | 100 | 20 |
| H4b | TB81 | Pesado articulado | 38 000 | 65 | 20 |
| | TB11 ⁽¹⁾ | Ligero | 900 | 100 | 20 |

⁽¹⁾: el ensayo TB11 tiene por objeto verificar que el nivel de contención del vehículo pesado es compatible con la seguridad de los ocupantes de los vehículos ligeros.

El comportamiento de un sistema de contención de vehículos viene caracterizado, además de por su nivel de contención, por el **desplazamiento transversal** que alcanza el dispositivo durante el impacto. En los ensayos, el desplazamiento transversal se determina mediante los parámetros de **deflexión dinámica (D)** y **anchura de trabajo (W)**, producidos durante el choque del vehículo con el sistema (figura 2).

La deflexión dinámica es el máximo desplazamiento lateral producido durante el impacto, de la cara del sistema más próxima al vehículo y la anchura de trabajo es la distancia entre la cara más próxima al vehículo antes del impacto y la posición lateral más alejada que durante el choque alcanza cualquier parte esencial del conjunto del sistema de contención y el vehículo.

C.V.

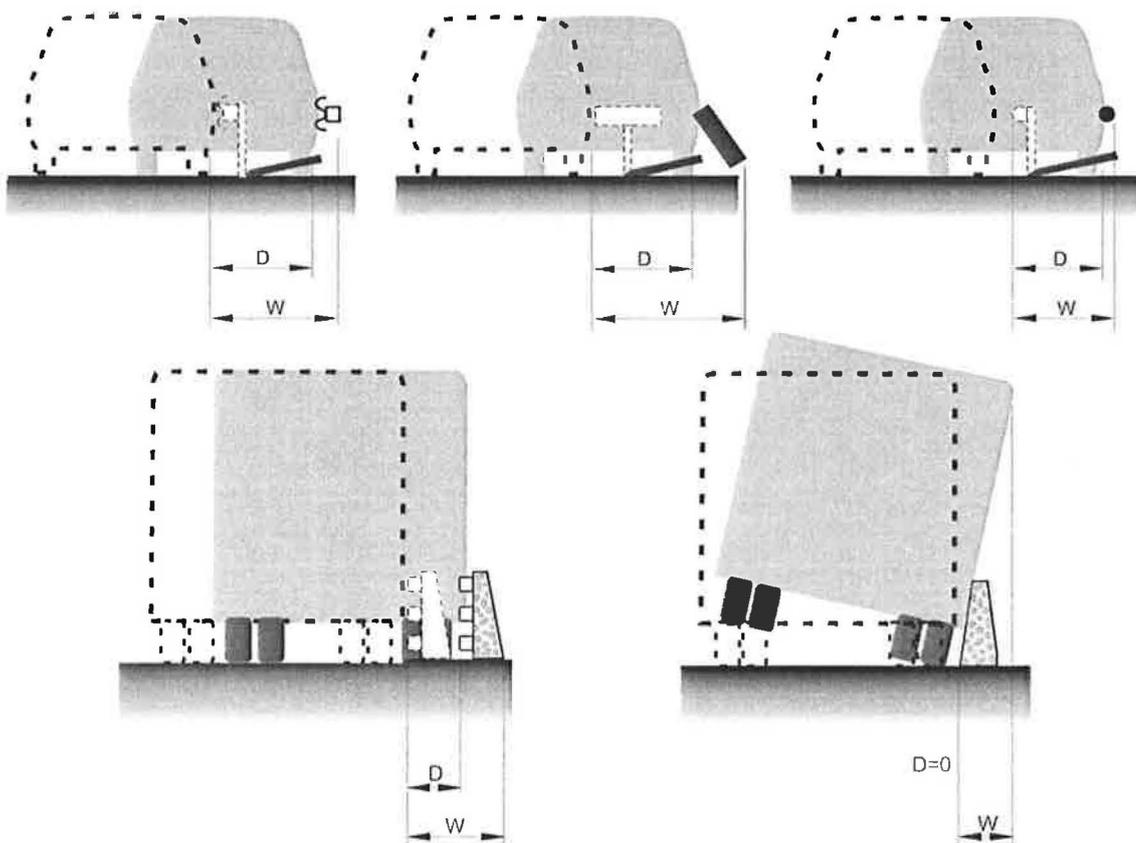


FIGURA 2. EJEMPLOS DE DEFLEXIÓN DINÁMICA (D) Y ANCHURA DE TRABAJO (W).

La importancia de la deflexión dinámica y de la anchura de trabajo radica en que estos dos parámetros determinarán las condiciones de instalación para cada sistema de contención de vehículos, pues guardan relación con las distancias mínimas a establecer delante de los obstáculos o desniveles, para permitir que el sistema funcione adecuadamente en caso de impacto.

El impacto de un vehículo contra un sistema de contención, además de producir su desplazamiento transversal, implica ciertos riesgos a sus ocupantes. Por ese motivo, otra característica importante que define el comportamiento de un sistema de contención de vehículos es la severidad que el impacto supone para los ocupantes del vehículo. Se determina mediante el **índice de severidad de impacto**, definido en la norma UNE-EN 1317, y está relacionado con tres indicadores que se calculan a partir de los resultados obtenidos en el ensayo de impacto con vehículo ligero. Estos indicadores son el **índice de severidad de la aceleración (ASI)** y la **velocidad teórica de impacto de la cabeza (THIV)**.

Las barreras de seguridad y pretiles se clasifican según su índice de severidad de impacto en las **clases A, B y C**, tal como se recoge en la norma UNE-EN 1317, siendo la clase A de menor severidad para los ocupantes del vehículo que la B y esta a su vez menor que la C. En la tabla 4 se definen los índices de severidad de impacto y los valores de los indicadores ASI y THIV definidos en la norma UNE-EN 1317, para las barreras de seguridad y pretiles.

3.3.- Clasificación de las barreras y pretilas

Las barreras de seguridad y pretilas se clasifican:

- Por su clase y nivel de contención, (norma UNE-EN 1317), según lo indicado en la tabla 2.
- Por su índice de severidad de impacto, (norma UNE-EN 1317) (tabla 4).

TABLA 4. ÍNDICES DE SEVERIDAD DE IMPACTO DE BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES (NORMA UNE-EN 1317).

| ÍNDICE DE SEVERIDAD DE IMPACTO | VALORES DE LOS INDICADORES | |
|--------------------------------|----------------------------|-------------|
| | ASI | THIV (km/h) |
| A | $ASI \leq 1,0$ | ≤ 33 |
| B | $1,0 < ASI \leq 1,4$ | ≤ 33 |
| C | $1,4 < ASI \leq 1,9$ | ≤ 33 |

- Por su anchura de trabajo (tabla 5) y su deflexión dinámica.

TABLA 5. CLASES DE ANCHURA DE TRABAJO PARA LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES, SEGÚN UNE-EN 1317.

| CLASES DE ANCHURA DE TRABAJO | ANCHURA DE TRABAJO (W), EN METROS |
|------------------------------|-----------------------------------|
| W1 | $W \leq 0,6$ |
| W2 | $0,6 < W \leq 0,8$ |
| W3 | $0,8 < W \leq 1,0$ |
| W4 | $1,0 < W \leq 1,3$ |
| W5 | $1,3 < W \leq 1,7$ |
| W6 | $1,7 < W \leq 2,1$ |
| W7 | $2,1 < W \leq 2,5$ |
| W8 | $2,5 < W \leq 3,5$ |

- Según el tipo de material constituyente: metálico, de hormigón, de madera, mixto, etc.
- Según su geometría y funcionalidad (figura 3), las barreras pueden ser:
 - Simples o aptas para el choque por uno de sus lados.
 - Dobles o aptas para el choque por ambos lados.

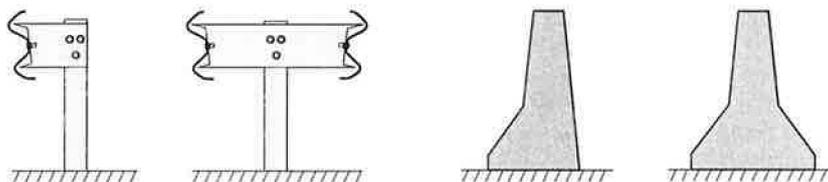


FIGURA 3. BARRERAS DE SEGURIDAD: SIMPLES Y DOBLES.