

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
Subdirección General de Tecnología y Proyectos

- 0 -

ORDEN CIRCULAR 317/91TYP
SOBRE SISTEMAS DE
CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

Madrid, 23 de julio de 1991

INDICE

1	<u>INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN</u>	1
2	<u>TIPOS DE TRÁFICO</u>	1
3	<u>TIPOS DE SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS</u>	2
3.1	CLASIFICACIÓN	2
3.2	SISTEMAS ADMITIDOS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS	3
3.3	NORMALIZACIÓN	3
3.3.1	<u>Nivel de contención.</u>	3
3.3.2	<u>Modelos normalizados.</u>	4
3.3.2.1	Barreras metálicas de seguridad.	4
3.3.2.2	Barreras de seguridad de hormigón.	5
3.3.2.3	Pretiles.	5
3.4	EMPLEO	5
3.4.1	<u>Generalidades.</u>	5
3.4.2	<u>Selección del nivel de contención.</u>	6
3.4.3	<u>Selección del tipo.</u>	6
4	<u>CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN</u>	7
4.1	GENERALIDADES	7
4.2	BARRERAS DE SEGURIDAD	7
4.2.1	<u>En márgenes de la carretera.</u>	7
4.2.2	<u>En medianas.</u>	10
4.3	PRETILES	11
5	<u>DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS</u>	12
5.1	<u>DISPOSICIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES</u>	12
5.1.1	<u>Posición longitudinal.</u>	12
5.1.1.1	Generalidades.	12
5.1.1.2	Anticipación del comienzo.	12
5.1.1.3	Retraso de la terminación.	14
5.1.1.4	Continuidad.	15
5.1.2	<u>Posición transversal.</u>	15
5.1.2.1	Barreras de seguridad.	15
5.1.2.2	Pretiles.	16
5.1.3	<u>Posición en altura.</u>	20
5.1.4	<u>Inclinación.</u>	21
5.1.5	<u>Cimentación.</u>	21
5.1.5.1	Barreras de seguridad metálicas.	21
5.1.5.2	Pretiles metálicos.	22
5.1.6	<u>Extremos.</u>	23
5.1.6.1	Generalidades.	23
5.1.6.2	Barreras o pretiles metálicos.	23
5.1.6.3	Barreras o pretiles de hormigón.	25
5.1.7	<u>Zonas especiales.</u>	26
5.1.7.1	Accesos a puentes, viaductos, obras de paso o túneles.	26
5.1.7.2	Vías de giro y ramales en nudos.	26
5.1.7.3	"Narices" en salidas.	26
5.1.7.4	Comienzos de mediana.	27
5.1.7.5	Interrupciones.	27
5.1.7.6	Transiciones.	28

5.2	DISPOSICIÓN DE AMORTIGUADORES DE IMPACTO	29
6	<u>SITUACIÓN TRANSITORIA</u>	29
7	<u>EXIGENCIAS FUNCIONALES</u>	39
8	<u>COMPORTAMIENTO</u>	40
9	<u>DINÁMICA DEL CHOCUE</u>	41
9.1	TRAYECTORIA FUERA DE CONTROL	41
9.1.1	<u>En alineaciones rectas.</u>	42
9.1.2	<u>En alineaciones curvas.</u>	43
9.2	VELOCIDAD DE IMPACTO	43
9.2.1	<u>Generalidades.</u>	43
9.2.2	<u>Vehículo rodante.</u>	43
9.2.3	<u>Vehículo deslizante.</u>	43
9.3	ANGULO DE IMPACTO	43
9.3.1	<u>Generalidades.</u>	44
9.3.2	<u>Alineaciones rectas.</u>	44
9.3.3	<u>Alineaciones curvas.</u>	44
10	<u>DESCRIPCIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD</u>	44
10.1	FUNCIONAMIENTO	45
10.2	DEFORMABILIDAD	46
10.3	FASES DEL CHOQUE CON UNA BARRERA DE SEGURIDAD	46
10.3.1	<u>Fases.</u>	47
10.3.2	<u>Modelo.</u>	48
10.3.3	<u>Índice de gravedad.</u>	48
10.4	FUERZAS TRANSMITIDAS A LOS CIMIENTOS	49
10.5	BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD	49
10.5.1	<u>Generalidades.</u>	50
10.5.2	<u>Funcionamiento.</u>	52
10.5.3	<u>Barreras metálicas simples de seguridad.</u>	52
10.5.4	<u>Barreras metálicas dobles de seguridad.</u>	53
10.6	BARRERAS DE SEGURIDAD DE HORMIGÓN	53
10.6.1	<u>Generalidades.</u>	54
10.6.2	<u>Perfil.</u>	54
10.6.3	<u>Funcionamiento.</u>	55
10.6.4	<u>Comportamiento.</u>	55
10.6.4.1	Perfil "New Jersey".	56
10.6.4.2	Perfil "Forma F".	56
10.6.4.3	Perfil "Tric-bloc".	56
11	<u>DESCRIPCIÓN DE LOS PRETILES</u>	57
11.1	GENERALIDADES	57
11.2	PRETILES METÁLICOS	57
11.2.1	<u>Normales.</u>	58
11.2.2	<u>De alta contención.</u>	58
11.3	PRETILES DE HORMIGÓN	58
11.4	PRETILES MIXTOS	58
12	<u>DESCRIPCIÓN DE LOS AMORTIGUADORES DE IMPACTO</u>	59
12.1	GENERALIDADES	59
12.2	REQUISITOS FUNCIONALES ESPECÍFICOS	59
12.3	COMPORTAMIENTO	59
12.4	SISTEMAS TELESCÓPICOS	60

6.2 REQUISITOS FUNCIONALES ESPECÍFICOS 52
6.3 COMPORTAMIENTO 52
6.4 SISTEMAS TELESCÓPICOS 53
6.5 CONJUNTOS DE BIDONES 53

ANEXO #2

1 GENERALIDADES 55
2 EL INDICE DE SEVERIDAD DE LA ACELERACIÓN (ASI) 56
3 LA VELOCIDAD TEÓRICA DE IMPACTO DE LA CABEZA (THIV) 56
4 INDICE DEL MODELO FSM (NCHRP REPORT 230) 58
5 TENDENCIAS ACTUALES 60
6 BIBLIOGRAFÍA 63

ANEXO #3

1 INTRODUCCIÓN 64
2 ESTRUCTURA Y EMPLEO DEL CATÁLOGO 65
2.1 ESTRUCTURA 65
2.2 CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO DE LAS FICHAS 65
2.3 EMPLEO DEL CATÁLOGO 66
3 PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN DE UN SISTEMA EN EL CATÁLOGO 67
3.1 CRITERIOS GENERALES 67
3.2 PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN 68
3.2.1 Esquema. 68
3.2.2 Informe técnico-económico. 68
3.2.3 Instalación de prueba. 69
3.2.4 Admisión definitiva al Catálogo. 70
3.2.5 Eliminación del Catálogo. 70
3.2.6 Actualización del Catálogo. 71
4 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS DE EMPLEO ACTUAL Y NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL 71
4.1 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS MODIFICADOS EN EL CATÁLOGO INICIAL 71
4.2 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL 71
5 INDICE DE FICHAS 72
5.1 BARRERAS DE SEGURIDAD EN MÁRGENES DE LA CARRETERA 72
5.2 EN MEDIANAS 73
5.3 PRETILES 74

RECOMENDACIONES SOBRE
ORDEN CIRCULAR 317/91 TYP SOBRE
SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

1 INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

①

recomendaciones

En las presentes ~~Orden circular~~ se regulan los diversos tipos de sistema de contención de vehículos, entendiéndose por tal a todo dispositivo instalado en una carretera, cuya finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención de un vehículo fuera de control, de manera que se limiten los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios de la carretera y otras personas u objetos situadas en las proximidades.

~~Sustituye la presente Orden circular a la nº 229/71 CV, de febrero de 1971, sobre normas provisionales relacionadas con barreras de seguridad, y a la Nota informativa sobre el proyecto y construcción de barreras rígidas de seguridad, de mayo de 1986.~~

recomendaciones

No se incluyen en las presentes ~~Orden circular~~ las barandillas o sistemas de contención de peatones, que se instalan en los márgenes de carreteras o en los bordes de tableros de obras de paso o estructuras.

Se recomienda que

✓ Fuera de poblado, y también en zonas urbanas donde la velocidad de proyecto rebase 60 km/h, los proyectos de construcción de nuevas carreteras, o de acondicionamiento de las existentes, ^{deberán} ~~deberán~~ incluir en su Memoria la descripción¹ y justificación² de los sistemas de contención de vehículos (tipo e implantación) que se consideren necesarios, ~~a la luz de los criterios contenidos en la presente Orden circular.~~

2 TIPOS DE TRÁFICO

Las diferencias de tamaño y masa de los vehículos que circulan por carreteras con tráfico mixto producen con frecuencia exigencias contradictorias. Es difícil que un mismo sistema de contención acomode por igual a los distintos tipos de vehículo.

¹ Apartado 1.1.2.2. ñ) de la Memoria.

² Apartado 1.1.2.3. ñ) de la Memoria.

A estos efectos, se empleará la categorización del tráfico pesado adoptada en la Instrucción 6.1y2-IC sobre secciones de firme, aprobada por Orden Ministerial de 23 de mayo de 1989, y en base a ella se distinguirán los siguientes tipos de tráfico:

- Pesado, con categorías de tráfico pesado T0 y T1.
- Ligero, con categorías de tráfico pesado T2, T3 y T4.

3 TIPOS DE SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

3.1 CLASIFICACIÓN

En cuanto a su función y ubicación, los sistemas de contención de vehículos se clasificarán en:

- Barreras de seguridad, empleadas en los márgenes o, en su caso, en la mediana de la carretera.
- Pretilos, análogos a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para bordes de tableros de obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento, y obras similares.
- Amortiguadores de impacto, diseñados para un choque frontal.
- Lechos de frenado, situados en los márgenes de la carretera, sobre todo en pendientes prolongadas, y rellenos de un material especial.

Dentro de las barreras de seguridad y, en menor grado, de los pretilos, se pueden establecer otras clasificaciones atendiendo a otros criterios, tales como:

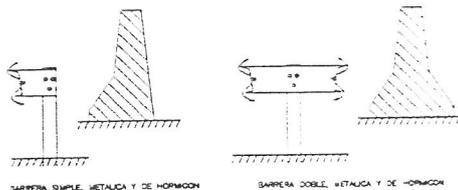
- Rígidas o deformables.
- Definitivas o provisionales.
- Simples¹ o dobles².

¹ Aptas sólo para el choque por uno de sus lados.

² Aptas para choques por ambos lados.

- Según el material empleado:

- Metálicas.
- De hormigón.
- Mixtas.
- De otros materiales.



3.2 SISTEMAS ADMITIDOS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

RECOMENDACIONES

Sólo se admitirá el empleo de sistemas de contención de vehículos de los modelos normalizados en la presente Orden y en el Catálogo a ella anexo, o de aquéllos que hayan sido ensayados de acuerdo con la normativa de la Comunidad Económica Europea o de la Administración de Carreteras de los EE.UU. de Norteamérica. En estos últimos casos, se presentará a la Dirección General de Carreteras un informe técnico que detalle los ensayos realizados y las condiciones de empleo del sistema, a fin de obtener un permiso de instalación en algún tramo de la Red estatal de carreteras, con carácter experimental. La Dirección General de Carreteras decidirá, a la vista del comportamiento de dichos tramos, sobre la admisión e inclusión en el Catálogo del sistema de contención en cuestión, siguiendo el procedimiento detallado en en Anexo #4

Las operaciones de mera reparación de daños localizados en sistemas existentes de contención de vehículos podrán mantener el modelo de dichos sistemas, aunque no cumplan lo prescrito en el párrafo anterior.

3.3 NORMALIZACIÓN

3.3.1 Nivel de contención.

En base a su comportamiento satisfactorio en los ensayos, en relación con su capacidad de contención de un vehículo, se distinguirán los tipos de barreras de seguridad y pretilas de la tabla 1.

TABLA 1
TIPIFICACION DE BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

DESIGNACION	TIPO DE VEHICULO	CONDICIONES DEL ENSAYO DE CHOQUE		
		PESO DEL VEHICULO (kg)	VELOCIDAD (km/h)	ANGULO (°)
L1	LIGERO	1 300	80	20
L2			110	
M	AUTOBUS O PESADO RIGIDO	16 000	80	
P	ARTICULADO	38 000	65	

Además, todos estos tipos deberán tener un comportamiento satisfactorio en el ensayo de choque de un vehículo de 800 kg de peso, a 100 km/h y bajo un ángulo de 20°.

3.3.2 Modelos normalizados.

3.3.2.1 Barreras metálicas de seguridad.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de tres letras: BMS (barrera metálica simple) ó BMD (barrera metálica doble).
- En el caso de que la barrera de seguridad no lleve separadores¹, se añadirá la letra R (reducida).
- Si la valla no es del perfil estándar en doble onda, un número (seguido de un punto), para definir el tipo de perfil.
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la separación entre postes, expresada en metros; la segunda, a la máxima dimensión del poste, expresada en milímetros.

¹Este tipo de barrera continua metálica es franqueable, por lo que no se empleará donde el accidente se pueda considerar grave (Cf. apartado 4.2.1).

3.3.2.2 Barreras de seguridad de hormigón.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de tres letras: BHS (barrera de hormigón simple) ó BHD (barrera de hormigón doble).
- Una letra: E para hormigonada "in situ" (con encofrados fijos o deslizantes), ó P para prefabricada.
- Un número que expresa el tipo de perfil: 1 para "New Jersey" ó perfil F, y 2 para perfil "Tric-Bloc".
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la longitud del elemento prefabricado, expresada en metros, y será 0 para la barrera hormigonada "in situ"; la segunda será 0 para la barrera anclada, ó 1 para la no anclada.

3.3.2.3 Pretiles.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de dos letras: PH (pretil de hormigón) ó PM (pretil metálico).
- Una letra: B para los pretiles de hormigón provistos de baranda, C para los de alta contención.
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la longitud del elemento prefabricado, expresada en metros, y será 0 para el pretil hormigonado "in situ"; la segunda será 0 para pretil anclado, ó 1 para el no anclado.

3.4 EMPLEO

3.4.1 Generalidades.

La selección del nivel de contención de una barrera de seguridad o pretil se hará atendiendo a las circunstancias propias de cada tramo (tráfico, trazado, gravedad del accidente a evitar), en base a lo dispuesto en la presente Orden circular.

En cualquier caso, no se debe olvidar que los sistemas de alta contención (barreras tipo P y pretiles de alta conten-

ción) resultan bastante rígidos frente al choque de un vehículo ligero, por lo que su implantación se justificará por la absoluta necesidad de retener un vehículo pesado.

3.4.2 Selección del nivel de contención.

Las barreras de seguridad y pretiles serán del tipo designado como M en el apartado 3.3.1 donde las consecuencias del franqueamiento del dispositivo por un vehículo den lugar a un accidente calificado como grave en el apartado 4.2.1, y el tráfico sea ligero¹; si fuera pesado, se emplearán del tipo designado como P.

Donde las consecuencias del franqueamiento del dispositivo por un vehículo den lugar a un accidente calificado como normal en el apartado 4.2.1, y el tráfico sea ligero¹, las barreras de seguridad y pretiles serán del tipo designado como L en el apartado 3.3.1; si el tráfico fuera pesado, se emplearán del tipo designado como M.

3.4.3 Selección del tipo.

Una vez establecido el nivel de contención, la selección del tipo de barrera de seguridad o pretil se hará atendiendo a las ventajas e inconvenientes señalados en la presente Orden circular y a las recomendaciones de empleo recogidas en el Catálogo. Se tendrán en cuenta, especialmente:

- El funcionamiento y comportamiento de cada sistema²
- El coste de implantación y conservación.
- Las condiciones del terreno para el cimiento y, en su caso, anclaje.
- El espacio disponible, incluso para una eventual deformación.
- Necesidades especiales, como tramos desmontables, anclajes, extremos.
- La conexión con otras barreras de seguridad o pretiles contiguos.
- Las necesidades de recrecimiento a medio plazo.

¹ Apartado 2.

² Recuérdese que, en general, las barreras deformables disminuyen la gravedad del impacto y las rígidas ofrecen mayor capacidad de contención.

4 CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

4.1 GENERALIDADES

El choque con un sistema de contención de vehículos constituye un accidente sustitutorio del que tendría lugar de no existir aquél, y cuyas consecuencias son más predecibles y deben ser menos graves; pero no está exento de riesgos para los ocupantes del vehículo.

Por lo tanto, sólo se podrá instalar un sistema de contención de vehículos después de valorar los riesgos potenciales en uno y otro caso, y de descartar soluciones alternativas¹, teniendo en cuenta:

- El coste de instalación y mantenimiento del dispositivo.
- La probabilidad de un choque con él, relacionada con la intensidad de la circulación.
- La gravedad del accidente resultante de ese choque.
- La gravedad del accidente que se ha evitado.

Los sistemas de contención de vehículos no se utilizarán en condiciones de implantación o disposiciones distintas de las descritas en la presente Orden Circular o, en su caso, de aquéllas para las que hayan sido diseñados y ensayados.

4.2 BARRERAS DE SEGURIDAD

4.2.1 En márgenes de la carretera.

Las zonas húmedas, lagos o cursos de agua cuya protección haya sido incluida entre las medidas correctoras derivadas de una Declaración de impacto ambiental justificarán siempre la instalación de una barrera de seguridad.

En los demás casos, la instalación de la barrera de seguridad estará justificada donde la distancia de un obstáculo o zona peligrosa al borde de la calzada sea inferior a la que se consigna en la tabla 2.

¹Con frecuencia es posible desplazar o eliminar obstáculos, o explanar el terreno.

TABLA 2

DISTANCIA (m) DEL BORDE DE LA CALZADA
A UN OBSTACULO O ZONA PELIGROSA
POR DEBAJO DE LA CUAL
SE JUSTIFICA UNA BARRERA DE SEGURIDAD

TIPO DE ALINEACION	INCLINACION TRANSVERSAL DEL MARGEN ¹	TIPO DE ACCIDENTE	
		GRAVE	NORMAL
CARRETERAS CON CALZADA UNICA			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	< 1/8	7,5	4,5
	1/8 á 1/5	9	6
	> 1/5	12	8
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	< 1/8	12	10
	1/8 á 1/5	14	12
	> 1/5	15	14
CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	< 1/8	10	6
	1/8 á 1/5	12	8
	> 1/5	14	10
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	< 1/8	12	10
	1/8 á 1/5	14	12
	> 1/5	16	14

¹ Entre el borde de la calzada y la barrera de seguridad. Los valores indicados corresponden a una pendiente, es decir, donde la cota del margen disminuye al alejarse de la calzada; para el caso opuesto (rampa) se emplearán los límites dados para una pendiente < 1/8. La rampa podrá incluir una cuneta, siempre que la inclinación de sus taludes no sea superior á 1/5.

En todo caso, los cambios de inclinación transversal se suavizarán a razón de un mínimo de 10 cm por cada 1 % de variación de dicha inclinación.

A los efectos de la tabla 2, se admitirá que la gravedad del accidente es la siguiente:

a) Accidente grave:

- Velocidad de recorrido V_{35} superior á 50 km/h:
 - Choque con obstáculos¹ que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma, o con pantallas antirruído.
- Velocidad de recorrido V_{35} superior á 60 km/h:
 - Intrusión en una línea de ferrocarril o tranvía².
- Velocidad de recorrido V_{35} superior á 70 km/h:
 - Caída a ríos, embalses y otras masas de agua³ o a zanjas profundas⁴.
 - Intrusión en carreteras paralelas, vías colectoras-distribuidoras o calzadas de servicio, áreas o zonas de servicio o descanso, paradas de autobús.

b) Accidente normal:

- Casos en que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como accidente grave.

¹ Tales como pilas de pasos superiores, pórticos o banderolas de señalización, estructuras de edificios, y elementos similares.

² Con más de 30 circulaciones diarias o velocidad superior á 80 km/h.

³ Con corriente impetuosa o profundidad superior á 1 m.

⁴ En carreteras de calzada única, se podrán exceptuar las zonas en que haya poca probabilidad de caída.

- Velocidad de recorrido V_{35} superior á 70 km/h¹:
 - Choque con piedras, árboles o postes de más de 15 cm de diámetro, y postes SOS.
 - Choque con carteles de señalización o báculos de alumbrado cuyo poste no esté provisto de un fusible estructural que permita su fácil desprendimiento o abatimiento ante un impacto.
 - Choque con muros, tablestacados, edificios o elementos del drenaje superficial² que sobresalgan del terreno.
 - Paso por:
 - Cunetas:
 - Reducidas.
 - Triangulares o trapeziales de más de 15 cm de profundidad, a no ser que la inclinación de sus taludes sea inferior á 1/5 y los cambios de ésta se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación.
 - Zonas cuyos cambios de inclinación transversal no se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación, y en las que el valor de ésta sea:
 - Ascendente y superior á 1/3.
 - Descendente y superior á 1/3, con un desnivel superior á 3 m.

4.2.2 En medianas.

Donde la anchura de la mediana³ resulte en una distancia entre bordes de calzada superior a la mínima indicada en la

¹ En carreteras de calzada única, se podrán exceptuar las zonas en que haya poca probabilidad de caída.

² Arquetas, impostas, etc.

³ O de la franja de separación entre dos carreteras paralelas, o entre la calzada principal y la de servicio.

tabla 2, y no haya obstáculos o desniveles en dicha zona, se podrá prescindir de la barrera de seguridad. En caso contrario se considerará la zona adyacente a cada calzada como un margen, según el apartado anterior.

4.3 PRETILES

En puentes, viaductos y demás obras de paso, se dispondrán siempre¹ pretiles en el borde del tablero², ya que las consecuencias de una caída por dicho borde suelen ser muy graves, tanto para los ocupantes del vehículo como para terceros³.

Se instalarán siempre pretiles sobre los muros de sostenimiento (del lado del valle) de una carretera en terreno accidentado o muy accidentado, donde la velocidad de recorrido V_{35} sea superior a 50 km/h.

Se tendrán en cuenta en el cálculo estructural del tablero o muro tanto el peso propio del pretil⁴ como las acciones que pueda transmitir a aquél en caso de choque.

El anclaje del pretil al tablero o muro:

- Será fácilmente sustituible en caso de choque.
- Presentará una resistencia límite no superior a la del elemento a la que se sujete, pues de lo contrario un choque averiaría a éste.

¹ Excepto donde la velocidad de recorrido V_{35} no exceda de 50 km/h y no se pase sobre otra vía de comunicación. En estos casos se podrán emplear bordillos no montables.

² O, si se dispone acera y ésta lleva barandilla para peatones en el borde del tablero, el pretil separará la acera del resto de la plataforma.

³ Quienes, eventualmente, pasen por debajo de la estructura.

⁴ Especialmente si es de hormigón.

5 DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

5.1 DISPOSICIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

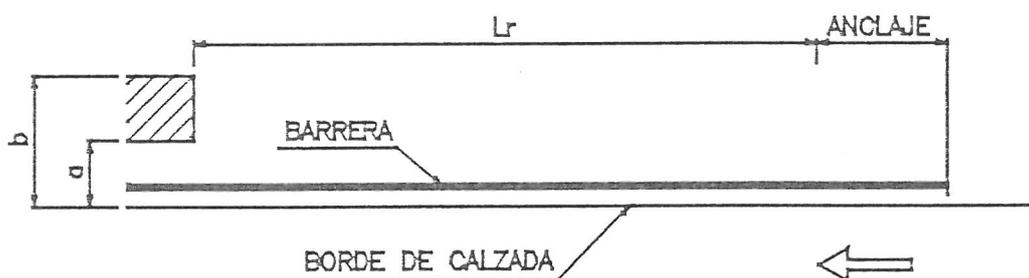
5.1.1 Posición longitudinal.

5.1.1.1 Generalidades.

Las barreras de seguridad y pretiles se situarán generalmente paralelas al eje de la carretera¹, de forma que intercepten la trayectoria de vehículos fuera de control que, de no existir aquéllas, llegarían a zonas peligrosas u obstáculos o, en el caso de pretiles, al borde del tablero o estructura.

5.1.1.2 Anticipación del comienzo.

Salvo justificación en contrario, una barrera de seguridad paralela a la carretera o un pretil se iniciará² antes de la sección en que empieza la zona, obstáculo o borde de tablero, a una distancia L_r , dada por la tabla 3.



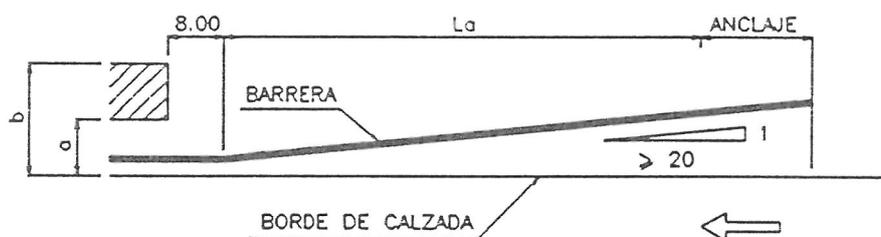
¹ Aunque en curvas se puedan adoptar otras disposiciones para reducir el ángulo de choque.

² Sin contar la longitud de anclaje.

TABLA 3

DISTANCIA TRANSVERSAL A LA ZONA PELIGROSA U OBSTACULO		DISTANCIA MINIMA L_r (m) DEL COMIENZO DE LA BARRERA A LA SECCION EN QUE RESULTA EstrictAMENTE NECESARIA	
		CALZADA UNICA	CALZADAS SEPARADAS
a	< 2 m	100	140
b	De 2 á 4 m	64	84
	De 4 á 6 m	72	92
	> 6 m	80	100

Si el principio de la barrera de seguridad forma un ángulo¹ con el borde de la carretera, se podrá reducir á 8 m el tramo paralelo a éste antes de la sección en que empieza la zona, obstáculo o borde de tablero. La longitud L_r mínima² del tramo que forma ángulo está dada por la tabla 4.



¹ A razón de 20 m de longitud por cada metro de separación transversal.

² Sin incluir el anclaje.

TABLA 4

DISTANCIA MAXIMA (b) A LA ZONA PELIGROSA U OBSTACULO	LONGITUD MINIMA L_m (m) DEL TRAMO EN ANGULO	
	CALZADA UNICA	CALZADAS SEPARADAS
≤ 4 m	36	40
De 4 á 6 m	44	52
> 6 m	52	60

Antes de un poste SOS o un báculo aislado de iluminación, la longitud L_m mínima de una barrera metálica de seguridad paralela a la carretera está dada por la tabla 5.

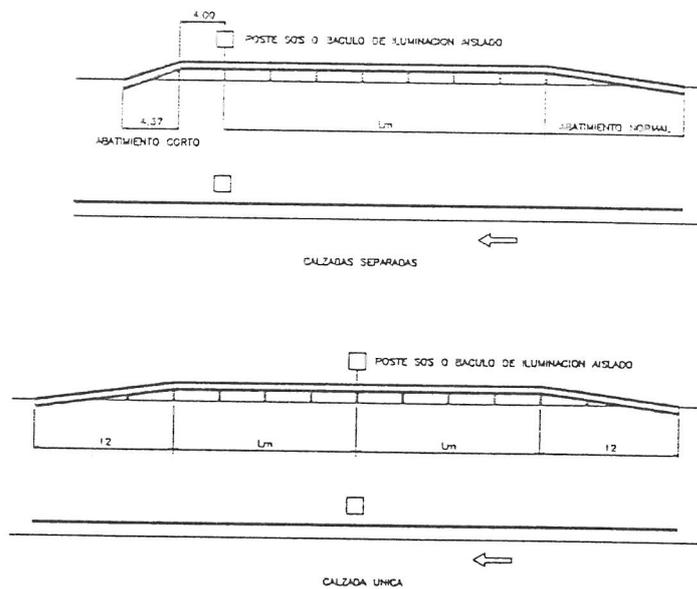


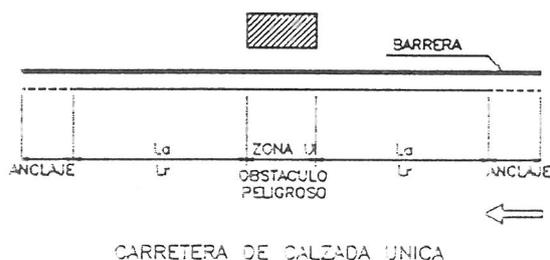
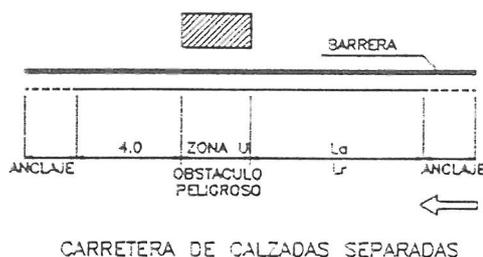
TABLA 5

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	LONGITUD MI NIMA L_m (m)
≤ 70	28
70 á 100	48
> 100	60

5.1.1.3 Retraso de la terminación.

Más allá¹ de la sección en que termina la zona peligrosa, obstáculo o borde de tablero, se prolongará la barrera de seguridad:

- En carreteras de calzadas separadas, un mínimo de 4 m, paralelamente a la carretera.
- En carreteras de calzada única, el retraso de la terminación de la barrera para un sentido de circulación, será la anticipación de su comienzo para el sentido contrario (apartado 5.1.1.2).



5.1.1.4 Continuidad.

Si entre entre los elementos extremos de dos sistemas consecutivos de contención de vehículos quedaran menos de 50 m, se unirán² en un solo sistema continuo.

5.1.2 Posición transversal.

5.1.2.1 Barreras de seguridad.

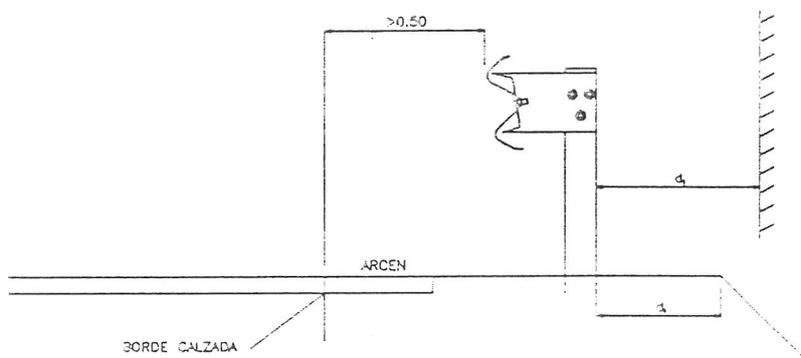
a) Distancias al borde de calzada

Las barreras de seguridad paralelas a la carretera no se colocarán en el arcén, ni a menos de 0,30 m del borde de la calzada las metálicas, ni a menos de 0,50 m las de hormigón. Se recomienda colocarlas lo más lejos posible del borde de la calzada, sin rebasar las distancias máximas dadas por la tabla 6. La zona comprendida entre el arcén y la barrera deberá ser

¹ En el sentido de recorrido del vehículo.

² Excepto donde esté justificada una interrupción en el sistema de contención de vehículos, p.ej. por un acceso.

plana¹ y estar desprovista de obstáculos y, en caso de refuerzo, se reacondicionará para evitar desniveles que encarrilen las ruedas de un vehículo.



b) Distancias a obstáculos o desniveles

Si la barrera de seguridad es metálica, la gama de distancias admisibles entre ella y un obstáculo o desnivel está dada por la tabla 7 en función de su tipo, para permitir su deformación. En dicha distancia o anchura, el terreno también deberá ser plano³ y estar desprovisto de obstáculos.

c) En medianas

Si la mediana es plana², las barreras de seguridad se colocarán simétricamente respecto de los bordes de los arcenes interiores; excepto en el caso de que la mediana sea muy ancha y se rebasen las distancias de la tabla 6, se dispondrá una barrera doble en el centro de la mediana, cuyo modelo se elegirá conforme a la tabla 8.

¹ Inclínación transversal no superior á 1/4, y cambios de inclinación suavizados a razón de 10 cm por cada 1 % de variación en dicha inclinación.

² Inclínación transversal no superior á 1/4, y cambios de inclinación suavizados a razón de 10 cm por cada 1 % de variación en dicha inclinación.

TABLA 6
 MAXIMA DISTANCIA (m)
 ENTRE EL BORDE DE LA CALZADA
 Y UNA BARRERA DE SEGURIDAD PARALELA A ELLA

NUMERO DE CARRILES	VELOCIDAD DE RECORRIDO V_{95} (km/h)					
	50	60	70	85	100	120
BARRERAS METALICAS						
1	3,3	5,5	8,0	> 10	> 10	> 10
2	0,3	2,0	4,5	9,2	> 10	> 10
3	0,3	0,3	1,0	5,7	> 10	> 10
4	0,3	0,3	0,3	2,2	7,7	> 10
BARRERAS DE HORMIGON						
1	0,5	0,8	1,7	3,3	5,3	8,4
2	0,5	0,5	0,5	0,5	1,8	4,9
3	0,5	0,5	0,5	2,2	7,7	1,4

TABLA 7

GAMA DE DISTANCIAS TRANSVERSALES
DE LOS DISTINTOS MODELOS DE BARRERA METALICA DE SEGURIDAD
A UN OBSTACULO O DESNIVEL

DESIGNACION	DISTANCIA ¹ (m) ENTRE LA BARRERA Y	
	UN OBSTACULO	UN DESNIVEL ²
BM* 4/100	> 1,80	> 1,25
BM* 2/100	1,00 á 1,80	0,75 á 1,25
BM* 4/120	0,75 á 1,00	0,50 á 0,75
BM* 2/120 ³	0,50 á 0,75	0,25 á 0,50
BM*4/100 R ⁴	> 2,50	> 1,30
BM*2/100 R ⁴	> 1,30	> 1,50

¹ Si la velocidad de impacto se presumiera pequeña, se podrán justificar reducciones en las distancias indicadas en la tabla.

² Se entenderá por desnivel, a efectos de la presente tabla, toda arista de talud cuya inclinación sea superior á 1/3 y cuya altura sea superior á 3 m.

³ Se empleará este dispositivo donde el obstáculo a proteger pueda producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma (pilas de pasos superiores, pórticos y banderolas de señalización), aunque la distancia al obstáculo sea superior á 1,8 m.

⁴ Este tipo de barrera de seguridad es franqueable, por lo que no se empleará donde el accidente se pueda considerar grave (apartado 4.2.1) y no haya espacio para disponer separador. Si la velocidad de choque se presumiera pequeña, las distancias indicadas en la tabla se podrán rebajar justificadamente.

TABLA 3

MODELOS DE BARRERA DOBLE DE SEGURIDAD
A EMPLEAR EN MEDIANAS

DISTANCIA (m) ENTRE BORDES DE CALZADA	DESIGNACION
< 1,5	BDH BMD 2/100 R ¹
1,5 á 3,0	2x BSH + jardinera BMD 2/100
3,0 á 6,0	2x BHS + jardinera BMD 4/100 2x BMS 2/100
> 6,0	2x BMS 2/100

En medianas no planas, las barreras de seguridad se dispondrán igual que en los márgenes de la carretera, atendiendo a las circunstancias de cada sección transversal.

5.1.2.2 Pretiles.

Los pretiles se dispondrán:

- Donde no haya aceras, en el borde del tablero.
- Donde haya aceras, entre éstas y la parte de la plataforma reservada a la circulación rodada.

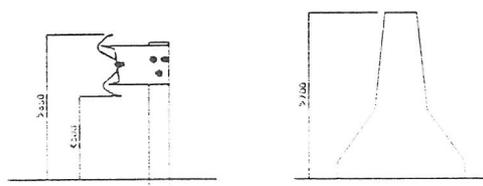
¹ Sólo con tráfico ligero (Cf. apartado 2).

3.1.3 Posición en altura.

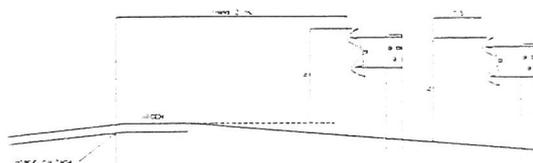
La altura de la parte superior de una barrera de seguridad metálica estará comprendida entre 70 y 75 cm¹; para barreras de hormigón será superior á 80 cm².

Para los pretiles y para las barreras de alta contención, será la consignada en las correspondientes fichas del Catálogo (Anexo #3).

Las barreras de seguridad cuya parte superior tenga una altura inferior á 65 cm³ se recrecerán. La altura libre por debajo de la valla inferior de una barrera metálica de seguridad o pretil metálico no podrá ser superior á 50 cm.



Si la distancia de la barrera de seguridad o pretil al borde de la calzada no excede de 2 m, la altura de su parte superior la define un plano paralelo a la superficie del arcén y que pasa por el extremo superior de la barrera o pretil; en los demás casos se referirá al terreno, tablero o acera en que esté implantado, á 0,5 m de la cara delantera de la barrera de seguridad o pretil.



Donde delante de una barrera de seguridad o pretil haya bordillos⁴ de altura superior á 7 cm, los límites mencionados se incrementarán en la altura de dichos bordillos.

¹ En zona urbana con velocidad limitada á 60 km/h, se podrá reducir á 60 cm.

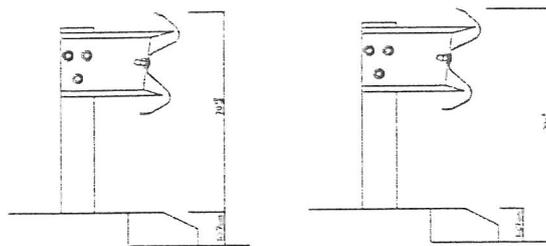
Para mantener la alineación vertical de la barrera, se permitirán alturas entre 65 y 80 cm en tramos aislados.

² En zona urbana con velocidad limitada á 60 km/h, se podrá reducir á 60 cm.

Para mantener la alineación vertical de la barrera, se permitirán alturas no inferiores á 75 cm en tramos aislados.

³ En zona urbana con velocidad limitada á 60 km/h, 50 cm.

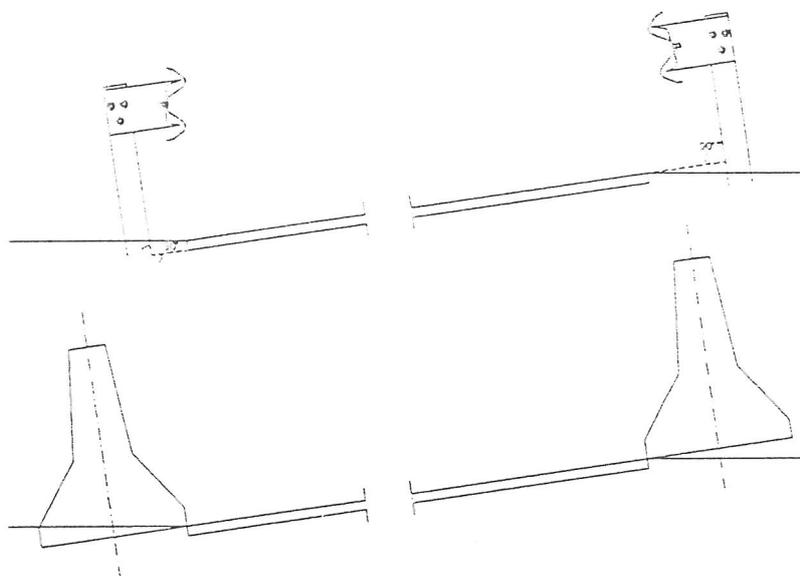
⁴ Disposición no recomendada.



PRESENCIA DE BORDILLOS

5.1.4 Inclinación.

Donde el peralte sea apreciable, se cuidará especialmente la inclinación de la barrera de seguridad o pretil respecto de la plataforma adyacente, de forma que resulte perpendicular a ésta.



5.1.5 Cimentación.

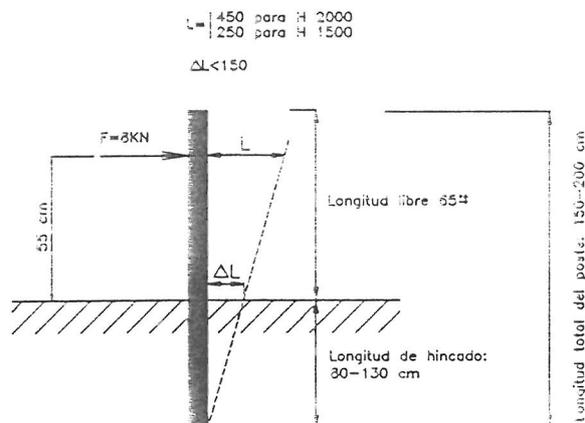
5.1.5.1 Barreras de seguridad metálicas.

Los postes se cimentarán por hinca en el terreno, siempre que la consistencia de éste sea tal que, al aplicarles¹ una fuerza de 80 kN, paralela al terreno y a la dirección de la circulación adyacente y con el mismo sentido de ésta, y cuyo punto de aplicación esté a 55 cm por encima del nivel del te-

¹ Antes de colocar las vallas.

rreno, el desplazamiento de dicho punto de aplicación esté comprendido entre 25 y 45 cm.

Si el terreno fuera menos consistente y el desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza, en el ensayo descrito, fuera superior á 45 cm, se cajeará el terreno a lo largo de la línea de cimentación de los postes, en una anchura de 50 cm y una profundidad de 15 cm; y dicho cajearo se rellenará con hormigón H150, disponiendo previamente una armadura de $4\phi 12$, con cerco $\phi 3$ cada 50 cm. Se dejarán cajetines cuadrados, de 20 cm de lado, en el centro de la viga armada así formada, para hincar los postes a través de ellos. Se dispondrán juntas transversales de hormigonado a intervalos de 12 m, en correspondencia con el centro de una valla.



En terrenos más consistentes (desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza, en el ensayo descrito, inferior á 25 cm), el poste se alojará en un taladro de 120 mm de diámetro y 450 mm de profundidad mínima. Este taladro podrá ser obtenido por perforación en macizos pétreos, o moldeando un tubo en un macizo cúbico de hormigón H50, de 50 cm de lado, en los demás casos. El poste se ajustará con cuñas, pero en ningún caso se rellenará el taladro con hormigón.

5.1.5.2 Pretiles metálicos.

Si la estructura que sustenta el pretil tiene dimensiones verticales suficientes¹, se podrán alojar los postes en taladros² de 120 mm de diámetro y 450 mm de profundidad mínima, ajustándolos con cuñas y sin rellenar el taladro de hormigón en ningún caso.

En caso contrario³, los postes tendrán un pie formado por una pletina soldada, provista de cuatro taladros. El pie se sujetará, mediante cuatro tuercas M16, a cuatro espárragos verticales M16, provistos de vainas de CPV y de 200 mm de longitud mínima. Las vainas serán solidarias de la estructura,

¹ Por ejemplo, un muro de hormigón.

² Perforados o moldeados.

³ Como suele ser el caso en tableros de obras de paso o puentes.

bien por haber sido colocadas al hormigonarla, bien porque se hayan perforado en ella taladros y se hayan fijado con un adhesivo. Si la estructura¹ no tiene suficiente resistencia, se dispondrá sobre ella una viga corrida de hormigón H250, de sección 50 cm x 50 cm y armada con 3 ϕ 12, con cercos ϕ 8 cada 20 cm, para alojar las vainas de CPV.

5.1.6 Extremos.

5.1.6.1 Generalidades.

Los extremos de una barrera de seguridad o pretil no constituirán un peligro para los vehículos que choquen con ellos; en caso contrario, se protegerán como un obstáculo aislado.

Asimismo, en ellos se dispondrán anclajes, para proporcionar la resistencia a tracción o flexión que necesita para cumplir su función.

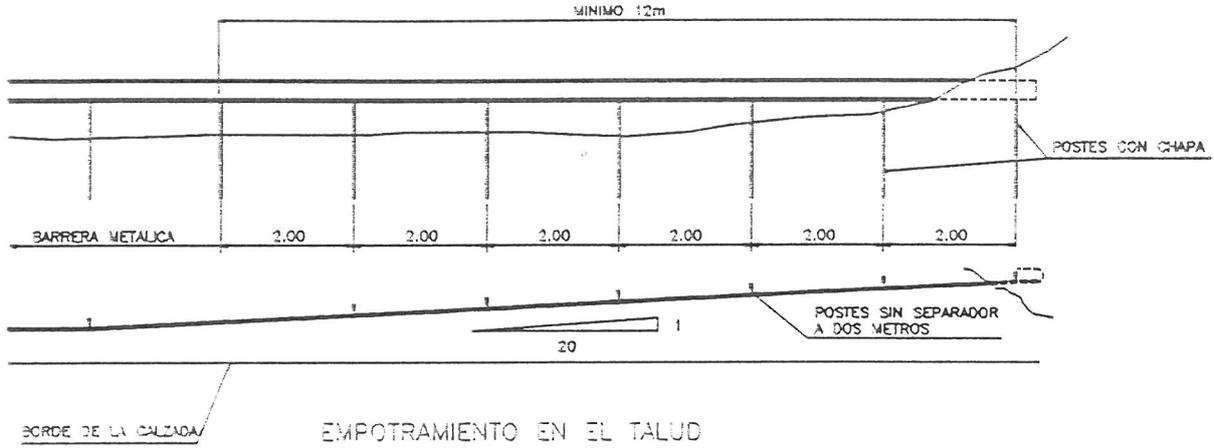
Salvo especial justificación en contrario, se adoptarán las disposiciones que se describen en los apartados siguientes.

5.1.6.2 Barreras o pretilas metálicas.

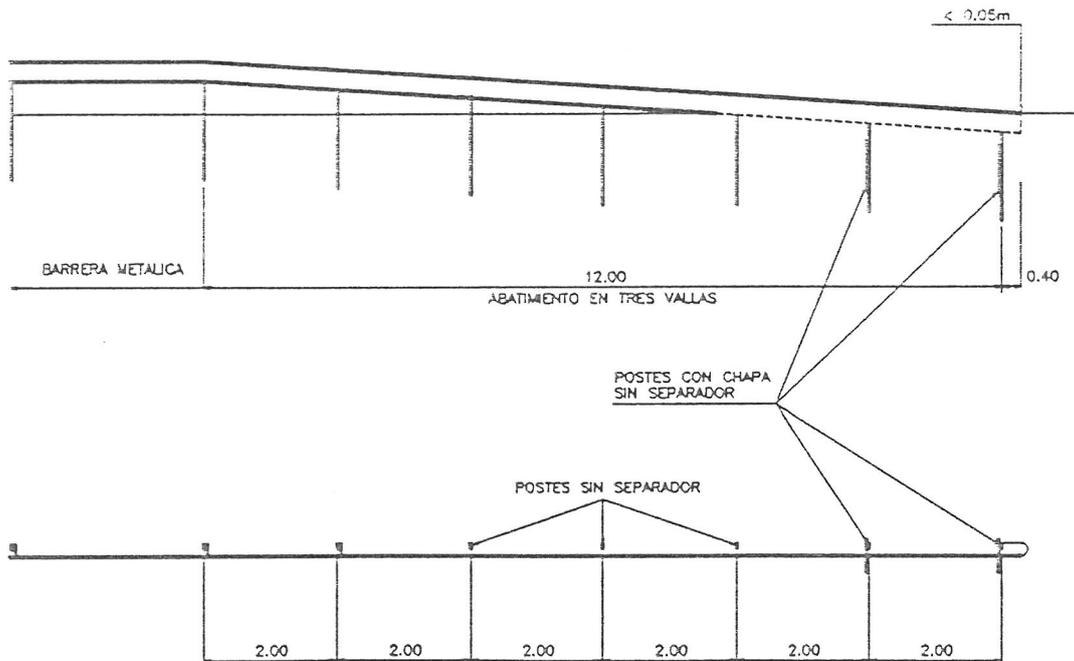
En el extremo frontal en carreteras de calzadas separadas, y en todos los extremos en carreteras de calzada única, se podrá elegir entre las disposiciones siguientes:

- a) El empotramiento del extremo de la barrera en el talud del desmonte. Esta disposición es la más recomendable, y se combina con el tramo en ángulo a que se refiere la tabla 4. La altura de la barrera, a su paso por la cuneta, no debe exceder de la máxima.

¹ Por ejemplo, un muro de mampostería.



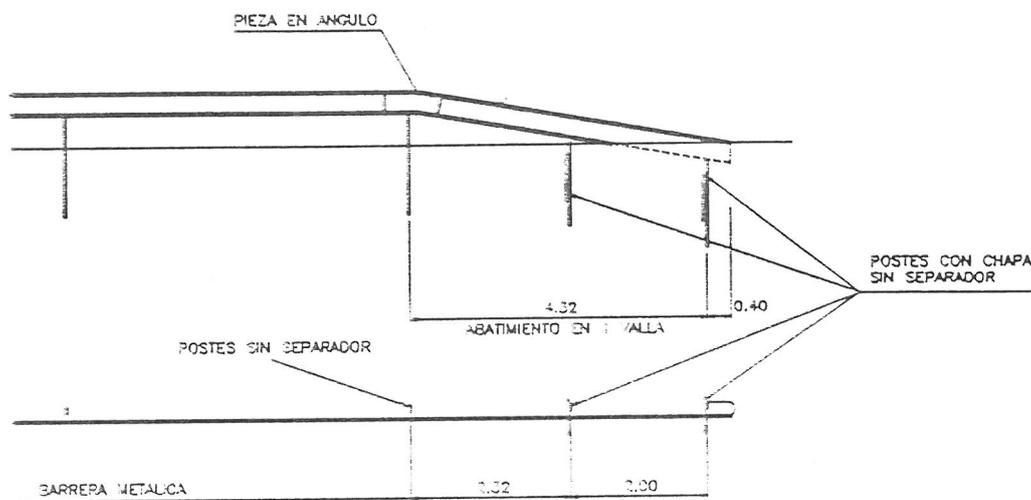
- b) El abatimiento hasta el terreno de los 12 m extremos de barrera o pretil. Las dos vallas extremas tendrán postes cada 2 m, y los cinco postes más bajos no tendrán separador.



ABATIMIENTO NORMAL

¹ Los dos postes más bajos irán provistos de una chapa soldada que aumente su resistencia al arrastre a través del suelo.

En el extremo final en carreteras de calzadas separadas, se abatirán hasta el terreno los últimos 4 m de barrera o pretil, mediante una pieza especial en ángulo, con postes cada 2 m sin separador.



ABATIMIENTO CORTO

5.1.5.3 Barreras o pretilas de hormigón.

En el extremo frontal en carreteras de calzadas separadas, y en todos los extremos en carreteras de calzada única, se podrá elegir entre las disposiciones siguientes:

- El empotramiento del extremo de la barrera en el talud del desmonte. Esta disposición es la más recomendable, y se combina con el tramo en ángulo a que se refiere la tabla 4. La altura de la barrera, a su paso por la cuneta, no debe exceder de la máxima, y se debe prever el desagüe.
- El abatimiento hasta el terreno de los primeros 20 m de barrera.

En el extremo final en carreteras de calzadas separadas, se abatirán hasta el terreno los últimos 1,6 m de barrera o pretil.

5.1.7 Zonas especiales.

5.1.7.1 Accesos a puentes, viaductos, obras de paso o túneles.

Se cuidará la continuidad entre los pretiles de la estructura y las barreras de seguridad del margen de la carretera¹ en los accesos a aquella: su trazado será uniforme y, si tuvieran distinta rigidez, el cambio de una a otra será gradual, empleando las disposiciones sobre transiciones contempladas en el apartado 5.1.6.6. y en el Catálogo (Anexo #3).

Aunque el margen de la carretera no necesite "per se" una barrera de seguridad, se instalará una² entre aquél y el pretel, de manera que se evite que la trayectoria de un vehículo fuera de control pueda alcanzar el desnivel salvado por la estructura.

5.1.7.2 Vías de giro y ramales en nudos.

Se tendrá en cuenta que, en tramos de fuerte curvatura, el desarrollo de las fuerzas de contacto durante un choque con la barrera de seguridad puede resultar distinto que en una recta. En estos casos se considerará la posibilidad de suavizar taludes, eliminar obstáculos o disponer lechos de frenado.

5.1.7.3 "Narices" en salidas.

En la "nariz" asociada a una divergencia de salida o bifurcación de la calzada, se pueden producir situaciones peligrosas donde no se disponga de un espacio plano³ y sin obstáculos⁴ de al menos 60 m a partir de la separación de calzadas. En estos casos, se recomienda instalar un amortiguador de impacto.

¹ Y, en su caso, de la mediana.

² Con rigidez creciente y el anclaje necesario.

³ Inclinación transversal no superior a 1/4, y cambios de inclinación suavizados a razón de 10 cm por cada 1 % de variación en dicha inclinación.

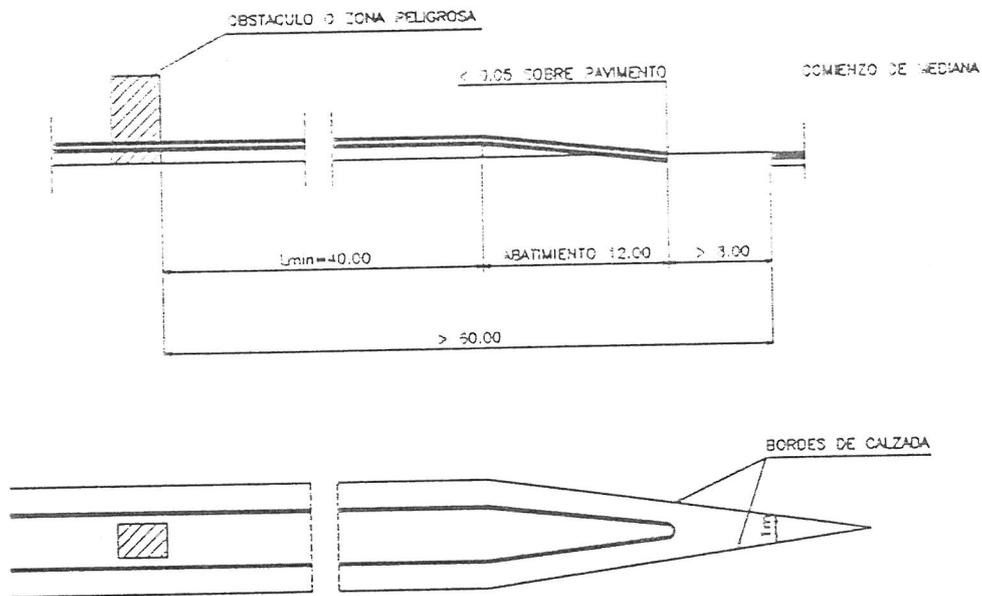
⁴ Pilas, soportes de pórticos o banderolas, arquetas, cunetas, bordillos, etc.

Se evitará unir en la "nariz" las barreras de seguridad correspondientes a los bordes interiores de las plataformas divergentes en ella¹, o abatir sus extremos frontales².

5.1.7.4 Comienzos de mediana.

En el paso de calzada única a calzadas separadas, el principio³ de la barrera doble de seguridad en la mediana distará al menos 40 m del primer obstáculo situado en ésta; en caso contrario, se recomienda instalar un amortiguador de impacto.

Entre la sección donde la separación entre bordes interiores de calzadas sea de 1 m, y el extremo abatido de la barrera de seguridad, deberá haber al menos 8 m de distancia.



¹ Mediante piezas curvas que se convierten a su vez en un obstáculo, al no estar diseñadas para impactos frontales.

² Ya que un vehículo se podría subir a dichos extremos y rebasar la barrera.

³ Sin contar el anclaje.

5.1.7.5 Interrupciones.

Donde sea necesario interrumpir una barrera de seguridad se adoptarán las disposiciones siguientes:

- a) **Pasos en mediana:** se dispondrán barreras metálicas desmontables. Se proscribire el empleo de barreras curvas de pequeño radio.
- b) **Postes SOS, paradas de autobús, accesos peatonales:** se dispondrá un solape de la barrera de seguridad, con sus correspondientes anclajes, dejando un pasillo de una anchura mínima de 1 m.
- c) **Vías de giro en intersecciones o ramales en enlaces:** se continuará la barrera por el exterior de estas vías o ramales, según las circunstancias de sus bordes.

5.1.7.6 Transiciones.

Las transiciones entre distintos tipos de barrera de seguridad o pretil se atenderán a lo dispuesto en la tabla 9. Las barreras o pretils metálicos se anclarán debidamente en los de hormigón.

TABLA 9

PARA PASAR ¹ DE UNA BARRERA		A UNA BARRERA						
		B*H	BM*					
			2/120	4/120	2/100	4/100	2/100R	4/100R
B*H		-	Sólo anclaje					
BM*	2/120	Anclaje	-	Directo ²				
	4/120	BM*2/120	Directo	-	Directo ²			
	2/100	(12 m)		-	Directo ²			
	4/100	BM*4/120 (3 m) + BM*2/120 (3 m)	BM* 4/120 (12 m)	Directo	-	Directo ²		
	2/100R	BM*2/100 (3 m) + BM*2/120 (3 m)	BM*2/100 (12 m)		Di- rec- to	Di- rec- to	-	Di- rec- to ²
	4/100R	BM*4/100 (3 m) + BM*4/120 (3 m) + BM*2/120 (3 m)	BM* 4/100 (3 m) + BM* 4/120 (3 m)	BM*4/100 (12 m)	Directo		-	

5.2 DISPOSICIÓN DE AMORTIGUADORES DE IMPACTO

Los amortiguadores de impacto se colocarán delante de los obstáculos a los que protegen, de manera que el choque se produzca lo más frontalmente posible.

6 SITUACIÓN TRANSITORIA

A partir de los seis meses de la publicación de la presente Orden circular, sólo se podrán emplear los sistemas de

¹ En el sentido de circulación considerado.

² En carreteras de calzada única, se considerará siempre la transición opuesta, i.e., de menor a mayor rigidez.

contención de vehículos que figuran en el Catálogo anejo a la misma:

- En proyectos que se remitan para su supervisión.
- En operaciones por conservación, a no ser que se trate de la mera reparación de sistemas pre-existentes, en cuyo caso se podrá seguir empleando el tipo de éstos.

Durante el plazo de un año, contado a partir de la citada publicación, los fabricantes de sistemas de contención de vehículos que no estén incluidos en el Catálogo deberán presentar el informe técnico a que se refiere el apartado 3.2 de la presente Orden circular.

Madrid, a 23 de julio de 1991

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

José Javier Dombriz Lozano

ANEXO #1 - CONSIDERACIONES SOBRE
SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

ANEXO #1 - CONSIDERACIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

7 EXIGENCIAS FUNCIONALES

No es suficiente la comprobación de la **resistencia** estructural de un sistema de contención de vehículos frente a un choque: es preciso conocer también su funcionamiento, y especialmente el **comportamiento** dinámico de un vehículo al chocar con él: no todos los tipos de sistema de contención de vehículos¹ funcionan bien en caso de choque. Este comportamiento, del que dependen las sollicitaciones a que se verán sometidos los ocupantes del vehículo, sólo se puede deducir con fiabilidad:

- De ensayos a escala real, muy costosos y, por tanto, de ámbito y difusión limitados.
- De modelos matemáticos de simulación de fenómenos extremadamente complejos y en los que intervienen muchísimas variables.

Todo sistema de contención de vehículos cumplirá los siguientes requisitos funcionales ante el choque de un vehículo con él:

- El vehículo no volcará ni antes ni después del choque.
- El habitáculo del vehículo no sufrirá deformaciones ni intrusiones.
- La detención o guía del vehículo no provocará lesiones graves a sus ocupantes.
- Si el vehículo vuelve a la calzada, no lo hará de modo que cree riesgos adicionales a otros usuarios de la carretera.
- En el choque no se desgajarán partes ni piezas del sistema de contención de vehículos, que puedan quedar en la calzada.

También se tendrán en cuenta:

- La **deformabilidad** del sistema de contención de vehículos tras el choque. Si hay limitaciones de espa-

¹ Incluso algunos bastante difundidos.

cio disponible, debe ser menos deformable, pero las consecuencias del choque serán más graves.

- La franqueabilidad del sistema de contención por el vehículo que choque con él.
- La facilidad de montaje y desmontaje, especialmente en sistemas provisionales de contención de vehículos, generalmente prefabricados.
- La facilidad de reparación tras un choque.

8 COMPORTAMIENTO

El comportamiento estructural de un sistema de contención de vehículos debe identificar su estado límite con las condiciones más favorables para los ocupantes del vehículo, determinadas por la gravedad de las lesiones que éstos puedan sufrir, y que dependen de tres factores:

- Las fuerzas de contacto entre las diversas partes del cuerpo y el interior del vehículo.
- Las deceleraciones y las fuerzas de inercia y momentos asociados a aquéllas.
- La susceptibilidad individual a las lesiones.

Los dos primeros factores están relacionados de forma compleja con las deceleraciones del vehículo, con la deformabilidad de éste¹, y con el empleo de elementos de seguridad pasiva: cinturones de seguridad, bolsas de aire, etc. El tercer factor introduce una gran dispersión.

Resulta difícil valorar la gravedad de un choque considerando tan sólo las características cinemáticas del vehículo, con frecuencia las únicas medidas en los ensayos a escala real. No obstante, se han desarrollado algunos criterios empíricos aceptados casi generalmente, que definen umbrales de aceptación para diferentes parámetros, calculados a partir de las deceleraciones o velocidades lineales en ciertos puntos del vehículo, y establecidos por el estudio de la influencia directa de acciones violentas sobre el cuerpo humano (Cf. Anexo #2).

¹Tanto interior como exterior.

9 DINÁMICA DEL CHOQUE

9.1 TRAYECTORIA FUERA DE CONTROL

9.1.1 En alineaciones rectas.

En alineaciones rectas, se puede admitir que un vehículo fuera de control sigue rodando, en una trayectoria en forma de clotoide, hasta el punto de impacto¹. Cuanto menor sea el parámetro de la clotoide, mayor será el rozamiento transversal movilizado entre terreno y vehículo. El caso más desfavorable corresponde a que, en el punto de impacto, el vehículo empiece a deslizar.

Se puede admitir que un vehículo fuera de control que siga rodando se aparta de su trayectoria original recta y paralela al eje de la carretera, a velocidad constante v (m/s), y girando la dirección de sus ruedas a una velocidad angular ω (rad/s) también constante; por lo que su trayectoria será una clotoide en la que, aproximadamente,

$$\frac{\alpha^3}{y^2} = \frac{9 \cdot \omega}{2 \cdot b \cdot v}$$

siendo: α (rad) el ángulo de giro de la trayectoria.
 y (m) el apartamiento de la dirección recta original.
 b (m) la batalla del vehículo (distancia entre eje delantero y trasero).

Al recorrer esta clotoide, el radio de curvatura va disminuyendo progresivamente, y la fuerza centrífuga va aumentando; pero sin que el rozamiento transversal movilizado entre ruedas y terreno pueda rebasar la resistencia al deslizamiento f^2 , en cuyo caso el vehículo deslizaría y ya no se aumentarían al mismo ritmo ni el radio de curvatura ni el ángulo de giro.

¹En el obstáculo o en la barrera.

²Del orden de 0,5.

Por lo tanto, el modelo descrito¹ deja de tener validez para el punto en que

$$2*(v*\alpha)^2 = 3*g*(f + i)*y$$

siendo: g (m/s²) la aceleración de la gravedad.
 i (m/m) la inclinación transversal del terreno.

La expresión anterior relaciona la velocidad con el ángulo de impacto en una barrera paralela al eje de la carretera, y con su distancia transversal a la trayectoria recta original. Expresando v en km/h, para $\alpha = 15^\circ$ se convierte en

$$y = \left(\frac{v}{37,66} \right)^2$$

La distancia máxima de la barrera al centro del carril para que, a una velocidad dada, el ángulo de choque no rebase 15° , está dada por la tabla A1.1.

TABLA A1.1

VELOCIDAD (km/h)	50	60	70	85	100	120	140
DISTANCIA MÁXIMA DE LA BARRERA AL EJE DEL CARRIL (m)	1,76	2,54	3,45	5,09	7,05	10,15	13,82

9.1.2 En alineaciones curvas.

En alineaciones curvas, se puede admitir que el vehículo fuera de control sigue, desliziéndose y no rodando, una trayectoria recta tangente a la original en la sección de pérdida del control.

¹Que es el que proporciona, para un apartamiento y dado, el máximo ángulo α de giro.

9.2 VELOCIDAD DE IMPACTO

9.2.1 Generalidades.

La velocidad del choque contra un sistema de contención de vehículos depende de:

- La velocidad de recorrido¹ a partir de la cual se pierde el control.
- Si la trayectoria recorrida fuera de control se recorre rodando o desliziándose sobre el suelo.

9.2.2 Vehículo rodante.

Si el vehículo fuera de control sigue rodando, se puede admitir que la velocidad se mantiene constante hasta el choque.

9.2.3 Vehículo deslizando.

Si el vehículo desliza sobre el suelo, se puede admitir que su movimiento es uniformemente decelerado, con un coeficiente de rozamiento igual á 0,5: con lo que la velocidad V (km/h) al cabo de recorrer una distancia d (m) está dada por la ecuación

$$V = \sqrt{V_{35}^2 - (125 + 2,5*i)*d}$$

siendo i (%) la inclinación longitudinal media de la trayectoria.

9.3 ANGULO DE IMPACTO

9.3.1 Generalidades.

El ángulo bajo el cual una barrera de seguridad intercepta las trayectorias de los vehículos fuera de control no

¹Como velocidad de recorrido representativa se toma la que es rebasada sólo por el 15 % de los vehículos en la sección considerada (V_{35}).

debe ser superior al límite para el cual la barrera ha sido diseñada, ensayada y homologada, que es del orden de 15° para barreras de hormigón, y 25° para barreras metálicas.

Los vehículos veloces impactan con ángulos pequeños, pero la barrera de seguridad debe soportar ángulos de choque mayores con pequeñas velocidades.

9.3.2 Alineaciones rectas.

En alineaciones rectas se puede admitir que, si la distancia de una barrera de seguridad paralela a la carretera no es superior a la indicada por la tabla 6 de la Orden Circular, el ángulo de choque con ella no rebasará 20°.

9.3.3 Alineaciones curvas.

En alineaciones curvas el ángulo de choque con barreras de seguridad paralelas a la carretera resulta mayor, lo que puede aconsejar disponer la barrera de seguridad con otras configuraciones, de modo que el ángulo de choque no exceda del límite.

En vías de giro y ramales en nudos, al ser pequeño el radio de curvatura, suele resultar más conveniente la eliminación del obstáculo o desnivel que motivaría la colocación de la barrera.

10 DESCRIPCIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD

10.1 FUNCIONAMIENTO

Las barreras de seguridad están diseñadas para choques tangenciales. Además de las generales detallados en el apartado 1, deben cumplir las siguientes exigencias funcionales específicas:

- La trayectoria del vehículo se modificará con suavidad.
- La barrera mantendrá al menos una parte de su eficacia después del choque.

La guía visual que proporcionan las barreras de seguridad contribuye a reducir la accidentalidad; pero también pueden representar un impedimento para la visibilidad, o para el acceso de servicios de asistencia en caso de emergencia.

Las barreras de seguridad deben ser capaces de:

- **Detener** o anular la componente transversal del movimiento del vehículo, a través de las fuerzas desarrolladas en su contacto con él.
- **Guiar** o mantener su trayectoria tras el choque paralela a la barrera, sin que retorne a la calzada donde podría chocar con otros vehículos.

El movimiento transversal del vehículo tiene componentes translacionales y rotacionales (guiñada, vuelco). Las primeras pueden ser limitadas por la barrera de seguridad si el ángulo que ésta forma con ellas no excede de un cierto límite; mientras que las segundas son anuladas.

Las fuerzas necesarias para detener y guiar el vehículo proceden de la deformación, tanto del propio vehículo como de la barrera de seguridad, y del rozamiento con ésta y con el suelo. La deformabilidad de la barrera, junto con la rotación del vehículo al abandonarla, determina las condiciones finales: si es pequeña se producirán mayores deceleraciones del vehículo, fuerzas transversales mayores, y por tanto mayores daños.

10.2 DEFORMABILIDAD

Las barreras de seguridad se pueden clasificar en:

- a) **Deformables,** o sea que se deforman durante el impacto del vehículo, pudiendo sufrir una deformación permanente. Estas barreras pueden determinar la posición y magnitud de las fuerzas de contacto. Detrás de esta clase de barreras hay que contar con espacio suficiente para su deformación sin que el vehículo que acompaña en ella a la barrera incurra en peligros adicionales¹. Pertenecen a esta clase las barreras metálicas, y las de hormigón prefabricadas no ancladas al cimiento.
- b) **Rígidas,** proyectadas de manera que los desplazamientos que puedan sufrir en caso de impacto resulten despreciables. Estas barreras pueden determinar la posición, pero no la magnitud de las fuerzas de contacto, las cuales dependen de la deformación del vehículo. Dependen más del rozamiento entre ellas y el vehículo, y entre éste y el terreno,

¹Cf. tabla 7 de la Orden circular.

que las deformables. Pertenecen a esta clase las barreras de hormigón ancladas a un cimiento.

El comportamiento de una barrera de seguridad deformable¹ no es igual que el de otra más rígida²: la gravedad del choque es mayor para ésta³.

La barrera de seguridad ideal sería la que, al principio del choque con un vehículo, fuera más deformable que al final, aumentando progresivamente su rigidez y resistencia. Esto, además, le permitiría adaptarse bien a vehículos de masas diferentes.

10.3 FASES DEL CHOQUE CON UNA BARRERA DE SEGURIDAD

10.3.1 Fases.

En el choque entre un vehículo y una barrera de seguridad se pueden distinguir dos fases:

- 1ª **Contacto principal**, durante el cual el vehículo toca a la barrera, generalmente en un punto situado delante de su centro de gravedad, de forma tal que, además de impedir su movimiento transversal, le imprime una guiñada⁴ contrarrestada por el rozamiento entre barrera y vehículo y entre éste y el terreno.
- 2ª **Contacto secundario (coletazo)**, en el que el vehículo golpea a la barrera en un punto situado detrás de su centro de gravedad, deteniendo total o parcialmente la guiñada. Este contacto secundario no siempre tiene lugar, y depende de las condiciones del contacto principal y del rozamiento: generalmente no se produce si el ángulo de choque es inferior a 15°.

Después del choque, el movimiento transversal del vehículo depende de la elasticidad de los contactos principal y, en su caso, secundario; la rotación residual es detenida normalmente por rozamiento en la suspensión y con el terreno. Por tanto, la dirección del movimiento después del choque de-

¹Deformación transversal tras un choque con $I_v = 40 \text{ kJ}$, del orden de 1,5 m.

²Deformación transversal tras el choque del orden de 0,5 m.

³ASI (Cf. Anexo #2) del orden de un 35 % mayor.

⁴ Giro alrededor del eje vertical.

pende de la elasticidad de éste y de las características superficiales del terreno en los alrededores de la barrera.

10.3.2 Modelo.

A continuación se describe un modelo simplificado de la dinámica del contacto principal, en el que desprecia el rozamiento entre vehículo y suelo, y se supone que el centro de gravedad no varía aunque se dañe o deforme el vehículo.

El desplazamiento transversal y_t del centro de gravedad del vehículo tras el contacto principal es igual, en primera aproximación, a

$$y_t = A * \text{sen } \alpha - B * (1 - \text{cos } \alpha) + D$$

- siendo:
- A la distancia desde el centro de gravedad del vehículo hasta su parte frontal.
 - B la mitad de la anchura del vehículo.
 - α el ángulo de choque.
 - D la deformación transversal de la barrera.

Suponiendo una disminución lineal de la componente transversal de la velocidad de choque v hasta anularse, el tiempo t empleado en el desplazamiento y_t es

$$t = \frac{2*y_t}{v*\text{sen}\alpha}$$

La aceleración transversal media a_t durante esta fase del choque es

$$a_t = \frac{v*\text{sen}\alpha}{t} = \frac{(v*\text{sen}\alpha)^2}{2*y_t}$$

La fuerza transversal media F_t , ejercida sobre la barrera es igual a

$$F_t = \frac{I_s}{Y_t}$$

siendo I_s el índice de gravedad del choque (apartado 4.3.3); mientras que la fuerza longitudinal media F_l , ejercida sobre la barrera es igual a

$$F_l = \mu * F_t$$

siendo μ el coeficiente de rozamiento medio entre barrera y vehículo.

10.3.3 Índice de gravedad.

En barreras de seguridad, a la componente transversal de la energía cinética del vehículo se la denomina índice de gravedad, I_s :

$$I_s = \frac{m * (v * \sin \alpha)^2}{2}$$

siendo:

- m la masa del vehículo.
- v su velocidad.
- α el ángulo de impacto.

Esta energía se disipa en forma de calor, a través de la deformación del vehículo¹ y de la barrera, y del rozamiento entre ambos, o se transforma (p.ej. en energía de rotación).

El índice de gravedad cuantifica la severidad del choque: si es inferior á 25 kJ, el choque se considera leve, y si es superior á 250 kJ, severo. Además, permite clasificar las barreras de seguridad en función del choque que son capaces de soportar.

¹ Ruedas, frenos, suspensión y carrocería.

10.4 FUERZAS TRANSMITIDAS A LOS CIMIENTOS

En las barreras de seguridad, la totalidad de las fuerzas generadas en el choque es transmitida a sus cimientos. Aunque su componente lateral sea del mismo orden de magnitud, la distribución entre puntos de apoyo difiere: las barreras de hormigón¹ reparten mejor² las fuerzas que las metálicas, que las concentran en postes aislados y, por tanto, dependen más de la interacción entre terreno y postes, lo que obliga a establecer un correcto anclaje de éstos. También es mayor la componente longitudinal producida³ por el rozamiento entre vehículo y barrera si ésta es de hormigón.

Las fuerzas verticales son también diferentes: al deformarse una barrera metálica de seguridad, sus postes pueden transmitir a los cimientos tracciones ascendentes, cuya magnitud depende del diseño; mientras que en una barrera de hormigón se producen compresiones sobre el cimiento, que éste debe resistir sin deformarse.

10.5 BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD

10.5.1 Generalidades.

A lo largo de muchos años se han desarrollado numerosos tipos de barrera metálica de seguridad, algunas de cuyas características se analizan a continuación. La mayoría de ellas tienen vallas de sección abierta, por lo que resultan más peligrosas para los ocupantes de vehículos de dos ruedas que las de sección cerrada como las de hormigón. Por el contrario, resulta más posible que en éstas prever dispositivos desmontables, que permitan a los vehículos de asistencia franquearlas en caso de emergencia.

Las barreras metálicas de seguridad constan generalmente de tres partes principales:

- Una serie continua de vallas longitudinales.
- Unos postes que mantienen las vallas a cierta altura.
- Unos separadores entre unos y otras.

¹ Tanto si están ancladas a un cimiento como si la transmisión de fuerzas se hace por rozamiento.

² Siempre que el cimiento sea suficientemente resistente.

³ Y transmitida al cimiento.

Las barreras metálicas de seguridad requieren mayor conservación que las de hormigón, y deben ser inspeccionadas con regularidad para comprobar no sólo si han sufrido daños, siquiera ligeros, sino también si su altura no ha disminuído a consecuencia de asientos del terreno o de recrecimientos del firme.

10.3.2 Funcionamiento.

Todas las partes principales de una barrera metálica de seguridad pueden, al menos en teoría, participar en la deformación: pero la cuantía de tal participación depende del diseño de la barrera. Sus funciones durante un choque se pueden describir así:

- La valla se encarga del contacto con el vehículo, y se deforma en dirección transversal y horizontal como consecuencia del choque. Debe ser suficientemente rígida para repartir la deformación en una longitud tal, que se distribuya la absorción de energía entre varios postes; y su forma debe contribuir a guiar el vehículo. Debe absorber también las tracciones longitudinales causadas por su deformación y por su rozamiento con el vehículo. La cantidad de energía absorbida por deformación plástica de la propia valla debe ser limitada, para que no se produzcan roturas ni colapsos localizados.
- Los separadores realizan varias funciones:
 - Sujetar adecuadamente la valla a los postes.
 - Mantener la distancia entre la valla y los postes para evitar el choque del vehículo con éstos.
 - Mantener constante la altura de la valla aunque se deforme el poste.
- Los postes también realizan varias funciones:
 - Mantener constante la altura de la valla.
 - Absorber energía, doblándose en sentido normal a la carretera.
 - Absorber las tracciones de la valla, sin desplazamientos excesivos.

En el caso excepcional de que los postes se anclen en terreno blando, hay que tener en cuenta que la resistencia lateral y vertical de éste puede ser insuficiente, lo que obliga a aumentar la longitud de hinca, o a complementarlos con un pie metálico o un cimiento de hormigón no solidario.

Las fuerzas longitudinales que, durante un choque, actúan sobre la valla se transmiten por los separadores a los postes, originando en éstos esfuerzos de torsión. Si, como consecuencia, los postes se colapsan o giran sobre sí mismos en el terreno, disminuirá la distancia entre ellos y la valla, y la barrera funcionará como si no tuviera separadores.

Las barreras metálicas de seguridad presentan problemas ante un choque si:

- La superficie de contacto entre valla y vehículo disminuye por la deformación de aquélla.
- La valla no permanece a la altura adecuada durante el choque, favoreciendo el vuelco del vehículo o el franqueamiento de la barrera.
- La deformación no resulta progresiva.
- Los postes son alcanzados por el vehículo.

Por lo tanto, interesa que las partes principales de la barrera cumplan determinados requisitos:

- En cuanto a la valla:
 - Que sea lo más rígida posible.
 - Que su resistencia evite el franqueamiento de la barrera.
 - Que proteja a los postes aun cuando la barrera se deforme.
- En cuanto a los postes:
 - Que se deformen progresivamente durante el choque, absorbiendo energía cinética.
- En cuanto a los separadores:
 - Que ayuden a la valla a permanecer a una altura adecuada aun cuando la barrera se deforme.
 - Que ayuden a los postes a disipar la energía cinética del choque.
 - En vallas dobles simétricas, que se consiga un funcionamiento en dos fases, sobre todo ante choques de vehículos pesados, al apoyarse una de las vallas sobre el suelo.

El diseño de las barreras metálicas de seguridad debe lograr que el choque sea lo menos elástico posible y que la energía absorbida no sea devuelta al vehículo, para evitar que éste rebote hacia la carretera y para mantenerlo en contacto

con la barrera durante el mayor tiempo posible. Interesan, por tanto, rozamiento y deformaciones plásticas, no elásticas.

Es muy importante que ambos extremos de una barrera metálica de seguridad se anclen al terreno o a una barrera de hormigón, para resistir las elevadas tracciones longitudinales que se producen en caso de choque: no se debe omitir este requisito, sin el cual es probable un mal funcionamiento de la barrera. Por esta razón, todo tramo de barrera metálica debe tener una longitud mínima, que asegure su correcto funcionamiento.

La rigidez de una barrera metálica de seguridad se puede aumentar:

- Aumentando la rigidez o el número de vallas.
- Disminuyendo la distancia entre postes.
- Aumentando la rigidez de los postes.

10.5.3 Barreras metálicas simples de seguridad.

Las barreras metálicas simples sujetas a los postes mediante separadores se comportan bien frente a choques de coches con I_1 hasta 120 kJ. La valla se plastifica si la distancia entre postes es del orden de 4 m, produciéndose una gran deformación transversal pero de corta longitud. Con vehículos más pesados y ángulos de choque hasta 15° , el comportamiento es aceptable hasta $I_1 = 140$ kJ (camiones) ó 90 kJ (autobuses); si I_1 aumenta a 350 kJ (camiones) ó 225 kJ (autobuses) se necesita aumentar la altura de la barrera a 90 cm, para evitar el vuelco del vehículo.

10.5.4 Barreras metálicas dobles de seguridad.

Se debe aumentar la rigidez de las barreras metálicas dobles de seguridad conectando las vallas entre sí a intervalos regulares, además de su unión por los separadores que las sujetan a los postes. Esta disposición disminuye la torsión sobre los postes debida a las fuerzas longitudinales, y favorece la contribución de las dos hileras de vallas en la absorción del impacto.

La permanencia de la valla delantera a la altura correcta depende, en parte, de la rigidez de la unión entre separador y poste. Al unirse oblicuamente¹ la valla al separador, de forma que el impacto inicial del vehículo se produce en su parte inferior, el separador se verá sometido a una torsión

¹ Unos 8° .

hacia arriba. Cuando el poste se haya doblado suficientemente, también entrará en contacto con el vehículo la parte superior de la valla. El movimiento ascendente de la valla delantera mantiene suficientemente alta la zona de contacto entre barrera y vehículo, con lo que es poco probable que aquélla sea empujada hacia abajo por el choque.

Al plastificarse y deformarse los postes transversalmente después de un choque importante la valla trasera llega a apoyarse en el terreno¹, manteniéndose la valla delantera durante más tiempo a la altura correcta, y protegiendo a los postes, y creando la trasera una resistencia adicional frente a deformaciones ulteriores. Después del choque, la barrera retiene una cierta capacidad de funcionamiento.

Los vehículos ligeros no suelen volcar, y los daños que producen a la barrera son pequeños. También es bueno el comportamiento con vehículos pesados y autobuses, con ángulos de choque hasta 20° y velocidades hasta 30 km/h: con valores superiores, la deformación transversal de la barrera es tan grande², que el vehículo alcanza los postes. Existe el peligro de que la valla delantera se enganche en el parachoques o en la cabina, y no pueda subir: en este caso se rompe y el vehículo franquea la barrera.

10.6 BARRERAS DE SEGURIDAD DE HORMIGÓN

10.6.1 Generalidades.

Están formadas por piezas prismáticas de hormigón, con un perfil transversal especial.

Pueden ser simples (con perfil a una cara) o dobles (con perfil a dos caras); y se pueden construir prefabricadas³ u hormigonadas "in situ", generalmente mediante encofrados deslizantes. Se pueden emplear, en módulos prefabricados, para defensa de zonas de obra e instalaciones provisionales.

En desmontes en roca, el perfil se puede integrar en el paramento.

Sobre las barreras de hormigón se pueden disponer fácilmente pantallas contra el deslumbramiento o el ruido, y báculos de iluminación. No es aconsejable, sin embargo, cimentar postes no colapsables sobre la barrera, ya que es bastante

¹ Siempre que la longitud de los separadores sea suficiente.

² Del orden de 1,8 m.

³ Con longitud suficiente para evitar un mal acabado longitudinal.

frecuente que el vehículo que choque se monte en ella; es mejor que los postes se alojen en huecos entre barreras adyacentes, cuya continuidad superficial se debe restituir mediante un manguito.

Se debe tener en cuenta el obstáculo que puede representar la barrera de hormigón para el drenaje superficial.

Las barreras de seguridad de hormigón requieren menos conservación que las metálicas, y sólo después de un choque importante es necesario repararlas.

10.6.2 Perfil.

La mayoría de los perfiles se desarrolló en los EE.UU. (New Jersey y Forma "F"); el perfil denominado "Tric-bloc" es originario de Suecia.

Estos perfiles tienen una altura de unos 30 cm, y empiezan por un bordillo vertical de baja altura (3 cm), seguido de un murete inclinado á 55° con la horizontal que, a su vez, desemboca en un muro casi vertical (84° con la horizontal). La altura del murete inclinado es de 13 cm para la Forma "F", y de 25 cm para el perfil New Jersey.

El perfil sueco es algo diferente: su paramento es curvo, el bordillo inicial es más alto (13 á 20 cm), y también lo es la barrera (97 cm).

10.6.3 Funcionamiento.

El funcionamiento de las barreras de seguridad de hormigón no se basa en que absorben energía por deformación, sino en que durante un choque su forma genera unas fuerzas transversales adecuadas en los contactos principal y secundario, y las transmite al vehículo a través de su suspensión. Dichas fuerzas se generan principalmente guiando a las ruedas de forma que giren en un plano algo inclinado transversalmente, más que por deformación de la carrocería. Esta inclinación produce también componentes verticales que hacen que el vehículo no sólo gire alrededor de su eje vertical (guiñada), sino también alrededor de sus ejes longitudinal (balanceo) y lateral (cabeceo).

La guía del vehículo se debe efectuar principalmente a través de las ruedas, evitando un contacto excesivo entre la barrera y la carrocería del vehículo, que produciría deceleraciones elevadas a sus ocupantes. Esto limita el ángulo de impacto sea pequeño.

Este tipo de barrera depende más que la metálica del rozamiento entre ella y el vehículo, y entre éste y el terreno.

Puesto que la barrera¹ no absorbe energía por deformación, los choques son bastante elásticos: virtualmente toda la energía cinética lateral antes del choque, que no haya sido convertida en rotacional, permanece después de él y ha de ser disipada por los amortiguadores, el rozamiento de los neumáticos y la deformación plástica de la suspensión. Con ángulos de impacto grandes, también puede haber contacto entre la barrera y la carrocería, y ésta puede absorber energía por deformación.

Al ser pequeña la deformación de las barreras de hormigón, se producen fuerzas transversales mayores, y por tanto mayores daños al vehículo que con barreras metálicas.

Las ruedas de un vehículo ligero no deben trepar a demasiada altura sobre la barrera, para evitar vuelcos. A este fin, puede ser interesante que el acabado de la barrera sea lo más liso posible.

El anclaje longitudinal de la barrera de hormigón resulta menos necesario que en las metálicas, pues las fuerzas longitudinales en caso de choque son pequeñas. En las prefabricadas se debe cuidar la continuidad resistente, estableciendo uniones adecuadas entre elementos adyacentes, cuyo comportamiento esté refrendado por ensayos.

10.6.4 Comportamiento.

Al parecer, sólo una tercera parte de los choques con una barrera de seguridad de hormigón da lugar a accidentes con víctimas o daños que queden registrados en las estadísticas: los vehículos implicados en choques leves suelen poder proseguir su camino.

La sección cerrada de las barreras de seguridad de hormigón resulta menos peligrosa para los ocupantes de vehículos de dos ruedas que la abierta de las metálicas.

A continuación se examina el comportamiento de los distintos tipos de perfil.

10.6.4.1 Perfil "New Jersey".

Con coches de peso superior á 1 t, si I, no rebasa 50 kJ y el ángulo de choque no rebasa 15°, el comportamiento es satisfactorio, con pocos daños al vehículo y ninguno a la barrera. El aumento del ángulo de choque á 25° produce un aumento de la gravedad del accidente y un vuelco casi seguro.

¹ Y, en menor grado, la suspensión del vehículo, al menos en un primer momento.

Con coches de peso inferior á 1 t, el comportamiento es algo menos bueno: á 100 km/h, la rueda delantera asciende por la cara inclinada hasta casi la coronación de la barrera, y el vuelco es más posible, aun para ángulos de choque tan pequeños como 10°. Se puede mejorar la situación disminuyendo el rozamiento entre rueda y barrera, haciendo más liso el acabado de ésta.

Con vehículos pesados, cuyo centro de gravedad está situado más alto que la coronación de la barrera, el sentido de la guiñada del vehículo es hacia la barrera¹. Para evitar que esto ayude al franqueamiento de la barrera, se debe aumentar su altura o disponer una baranda metálica sobre ella.

La gravedad de los accidentes es menor para los autobuses² que para los camiones; en los vehículos articulados se puede producir un quiebro entre el tractor y el semi-remolque. Sin embargo, ni siquiera con un valor de I, del orden de 230 kJ y un ángulo de choque de 20° la barrera es franqueada, y los daños a ella son moderados.

10.6.4.2 Perfil "Forma F".

La menor altura del murete inclinado á 55° con la horizontal reduce la ascensión de la rueda delantera y, por tanto, el peligro de vuelco, sobre todo para coches ligeros y ángulos pequeños, a costa de unas deceleraciones algo mayores. Esto lo hace preferible al perfil "New Jersey" para las condiciones del parque automovilístico español.

10.6.4.3 Perfil "Tric-bloc".

La forma curva del perfil favorece la ascensión de la rueda delantera del vehículo, hasta casi la coronación de la barrera; y el menor peso de sus elementos individuales lo hacen inadecuado para tráfico pesado. Esto hace que su empleo deba ser restringido a zonas urbanas con predominio de vehículos ligeros.

Se presentan problemas de conservación, pues la barrera se deforma tras un impacto.

¹ Mientras que con vehículos más bajos se aparta de ella.

² Con más carrocería deformable.

11 DESCRIPCIÓN DE LOS PRETILES

11.1 GENERALIDADES

Las consideraciones hechas para las barreras de seguridad en el apartado 4 anterior son válidas, en general, también para los pretiles, con las siguientes particularidades:

- Los pretiles no se pueden desplazar transversalmente en el terreno, sino están anclados a la estructura.
- El peligro que representa el franqueamiento del pretil es grave.
- La resistencia al colapso de la sujeción del pretil al tablero debe ser menor que la resistencia del tablero ante las fuerzas a éste transmitidas: de lo contrario, en un choque se dañaría el tablero.

11.2 PRETILES METÁLICOS

11.2.1 Normales.

Este tipo de pretil consta, por lo general, de los mismos elementos que las barreras metálicas de seguridad. Se pueden presentar problemas si los postes son muy rígidos, pues las deceleraciones causadas a los ocupantes del vehículo pueden resultar muy grandes. La deformación transversal ante un choque debe ser del orden de 20 á 30 cm.

A veces se conectan directamente las vallas a un muro o estribo, constituyéndose un pretil mixto.

Constan de una o dos vallas, sujetas a los postes mediante separadores cortos.

Su funcionamiento depende principalmente de las vallas, aunque en choques importantes se absorbe algo de energía por los postes, que se doblan, rompen o sueltan con peligro de que el vehículo choque con ellos. Si las vallas tienen suficiente rigidez, las fuerzas se repartirán entre varios postes, y también se guiará al vehículo; de lo contrario, las vallas sufrirán una gran deformación plástica, y el vehículo chocará de frente con el siguiente poste, con gran probabilidad de graves daños para ambos.

Puesto que las fuerzas sobre los postes son grandes, éstos se deben sujetar adecuadamente: a la cara superior del tablero, a su canto, o frecuentemente a una acera. La última

disposición no es aconsejable: las ruedas del vehículo contactan primero con el bordillo, lo que resulta en un par de vuelco que puede imprimir al vehículo un movimiento ascensional imprevisible y difícil de guiar. La presencia de bordillos delante de la barrera aumenta considerablemente los daños a la suspensión del vehículo.

11.2.2 De alta contención.

En casos especiales en que se quiera garantizar la infranqueabilidad de una barrera aun para vehículos pesados¹, se emplean dispositivos muy robustos, con postes inclinados hacia la calzada, y vallas de gran altura contra el vuelco de vehículos con centro de gravedad alto. La deformación máxima de este tipo de barreras es del orden de 1,2 m, sin que el vehículo vuelque ni abandone el tablero.

Dado que este tipo de pretil podría resultar peligroso para vehículos ligeros, los ensayos de homologación deben incluir pruebas con vehículos de peso inferior á 1 t.

11.3 PRETILES DE HORMIGÓN

Son aplicables, en general, las mismas consideraciones hechas para las barreras de seguridad de hormigón.

En túneles y muros, el perfil se puede integrar en el paramento o hastial.

Su elevado peso debe ser considerado en el cálculo estructural. A veces se utiliza hormigón aligerado, de resistencia suficiente.

La transmisión de esfuerzos al tablero se puede hacer mediante anclajes dúctiles, o confiando simplemente en el rozamiento.

También se han desarrollado modelos de alta contención.

11.4 PRETILES MIXTOS

Están formados por un pretil de hormigón coronado por una baranda metálica sobre soportes también metálicos, con funciones resistentes y no simplemente decorativas.

¹ Hasta de 50 t, ángulos de choque de 30° y velocidades de 80 km/h (I, = 6 200 kJ).

12 DESCRIPCIÓN DE LOS AMORTIGUADORES DE IMPACTO

12.1 GENERALIDADES

Los amortiguadores de impacto se utilizan para proteger zonas u obstáculos peligrosos contra choques frontales, para los que las barreras de seguridad no resulten adecuadas. Ejemplos de estas situaciones son:

- "Narices" de divergencias o salidas.
- Obstáculos aislados en medianas o márgenes, donde no se puedan disponer barreras de seguridad de forma que el choque contra ellas se haga con un ángulo suficientemente pequeño.
- Obstáculos aislados temporales, como obras o actividades, especialmente movientes o itinerantes.

Su finalidad es la de atenuar las consecuencias del choque del vehículo, absorbiendo su energía cinética mediante la deformación del sistema.

Se han desarrollado numerosos tipos, especialmente en los EE.UU., generalmente amparados por patentes; muchos son complejos o caros. Se pueden dividir en dos clases: sistemas telescópicos y conjuntos de bidones.

12.2 REQUISITOS FUNCIONALES ESPECÍFICOS

Los amortiguadores de impacto deben cumplir los siguientes requisitos funcionales específicos:

- Detener al vehículo dentro de la longitud del amortiguador, y sin que aquél quede en la calzada¹.
- Ante un choque lateral, funcionar igual que una barrera de seguridad.

12.3 COMPORTAMIENTO

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los amortiguadores de procedencia norteamericana están diseñados para coches de unas 2 t de peso y que, para coches más ligeros como

¹ Lo que implica limitar la rotación y el rebote.

los europeos, las deceleraciones durante el choque con aquéllos son mayores y producen accidentes también más graves. Los modelos norteamericanos más recientes ya están diseñados también para coches ligeros.

El comportamiento¹ es bastante satisfactorio para choques totalmente frontales, en los que la totalidad de la energía cinética del vehículo debe ser absorbida por el amortiguador. Si el choque se produce descentrado o bajo un cierto ángulo, el vehículo sufre una guiñada importante que lo puede devolver a la calzada.

12.4 SISTEMAS TELESCÓPICOS

Constan de dos series de paneles laterales verticales², provistos de travesaños montados sobre ruedas o patines. Entre los travesaños se dispone un material cuya deformación por aplastamiento absorba energía: poliestireno expandido, vejigas rellenas de agua, bidones o envases metálicos de desecho.

Este conjunto se sujeta a un cimiento situado en su parte posterior, y se instalan dispositivos que restringen su movimiento lateral. También se suele disponer una "nariz" que puede absorber algo de energía.

Si el choque contra el sistema es frontal, los paneles laterales se embuten telescópicamente unos en otros, y la energía cinética del vehículo se disipa aplastando el material situado entre los travesaños; si el choque es lateral, el vehículo es guiado por los paneles laterales, con una deformación pequeña³.

12.5 CONJUNTOS DE BIDONES

Los bidones, generalmente de plástico, se colocan sobre el suelo sin cimentar, en la misma disposición que los sistemas telescópicos pero sin paneles laterales. Están llenos de arena de forma que el centro de gravedad de dicho relleno esté aproximadamente a la misma altura que el del vehículo.

Al chocar un vehículo con el conjunto de bidones, éstos se rompen uno por uno y la inercia de la arena va amortiguando la energía cinética del vehículo: para que la deceleración

¹ Mejor el de los conjuntos telescópicos que el de los bidones aislados.

² Con forma de V ó U en planta.

³ Gracias a la rigidez del conjunto.

resulte uniforme, los bidones delanteros¹ contienen menos arena que los traseros.

¹ Contra los que se choca a mayor velocidad.

ANEXO #2 - MEDIDA DE LA SEVERIDAD
DE UN CHOQUE

ANEXO #2 - MEDIDA DE LA SEVERIDAD DE UN CHOQUE

13 GENERALIDADES

En la evaluación de los resultados de un ensayo de choque se distingue habitualmente entre el **comportamiento en el choque**¹ y la **severidad del choque**². Esta evaluación tiene como objetivos:

- Medir el comportamiento del vehículo en el choque.
- Comparar las prestaciones de diferentes sistemas de contención de vehículos
- Determinar si el sistema considerado resulta aceptable para su empleo en carreteras.

Dentro de la evaluación del comportamiento en el choque se estudian la capacidad de contención del vehículo y la trayectoria seguida por el mismo durante el choque. También se consideran aquí las deformaciones y otros daños sufridos por el vehículo. El análisis se realiza a partir de filmaciones a alta velocidad tomadas durante el ensayo, y del estudio de los daños sufridos por el vehículo tras el choque.

Con el estudio de la severidad del choque se pretende estimar los posibles daños que podrían sufrir los ocupantes de un vehículo que chocara con un sistema de contención. Históricamente, este aspecto se ha considerado como algo secundario, debido a las dificultades que entraña esa estimación. Sin embargo, la necesidad de establecer de alguna manera la posibilidad de lesiones y de controlar las fuerzas que las provocan resulta patente.

En el estudio de barreras de seguridad rara vez se realizan medidas con maniqués³. En general, se miden algunas variables cinemáticas del propio vehículo. Para relacionar estas variables con los posibles daños en los ocupantes se emplean los resultados de diversos estudios estadísticos sobre accidentes con víctimas, e investigaciones médicas e ingenieriles.

¹Impact Performance.

²Impact Severity.

³Los estudios con maniqués instrumentados suelen limitarse a ensayos realizados por los fabricantes de vehículos, en los que se analiza con mayor detalle la seguridad ofrecida a los ocupantes.

Las variables con las que se ha intentado correlacionar los daños en los ocupantes han sido muy diversas:

- Deceleraciones, estimando la tolerancia del cuerpo humano a la deceleración.
- Variación de la aceleración.
- Duración de las deceleraciones.
- Velocidad del impacto.
- Transferencia de energía.

Actualmente se emplean principalmente tres índices: el Índice de Severidad de la Aceleración (ASI¹); la velocidad teórica de impacto de la cabeza (THIV²) y el modelo FSM³. El primero se ha empleado profusamente en los primeros años de investigación sobre sistemas de contención de vehículos, y se emplea en varios países europeos⁴; el segundo se viene empleando desde hace algunos años en el Reino Unido; el tercero se utiliza principalmente en los EE.UU. A continuación se describen brevemente sus características y las diferencias entre ellos. Para una información más detallada, se remite a la bibliografía al final del Anexo.

14 EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE LA ACELERACIÓN (ASI)

El ASI se define por el TTI⁵ en 1972 a partir de estudios realizados por la industria aeronáutica sobre los límites de deceleración tolerables y el tiempo máximo en que esos niveles se pueden mantener, de la siguiente manera:

$$A \quad I = \sqrt{\left(\frac{lon}{XL}\right) + \left(\frac{i \ t}{YL}\right) + \left(\frac{v \ i \ t}{ZL}\right)}$$

¹Acceleration Severity Index.

²Theoretical Head Impact Velocity.

³Flail Space Model, propuesto en el Report nº 230 del National Cooperative Highway Research Program; TRB, 1981.

⁴Francia, Italia, R.F.A., etc. Este índice se ha propuesto también en el borrador de norma CEN sobre ensayos de sistemas de contención de vehículos.

⁵Texas Transportation Institute.

siendo:

- G_{long} = aceleración según el eje X
- G_{lat} = aceleración según el eje Y
- G_{vrt} = aceleración según el eje Z
- G_{XL} = aceleración límite según el eje X
- G_{YL} = aceleración límite según el eje Y
- G_{ZL} = aceleración límite según el eje Z

La aceleración límite se define como la mayor aceleración en el vehículo que un ocupante del mismo puede soportar sin sufrir lesiones graves o mortales. No existe unanimidad en cuanto al valor de estas aceleraciones. En la tabla A2.1 se consignan los valores adoptados en diferentes países:

TABLA A2.1

PAIS	G_{XL}	G_{YL}	G_{ZL}
EE.UU. ¹	5	3	-
¹	10	5	-
²	25	15	-
FRANCIA ³	12	9	10
ITALIA ⁴	20	10	6
⁵	5	3	2

Los valores de G_{long} , G_{lat} y G_{vrt} se miden, según los ejes respectivos, en el centro de gravedad del vehículo. Para evitar las oscilaciones extremas medidas por los acelerómetros, se considera el valor medio registrado en un intervalo de 50 ms. En el cálculo del ASI se consideran los valores máximos obtenidos en cada eje, aunque no se hayan producido en el mismo instante.

¹ NCHRP Report N° 153. Valor deseable.

² NCHRP Report N° 115. Con cinturón de seguridad.

³ AFNOR NF P 98-410. Con cinturón de seguridad.

⁴ Catalogo Generale delle Barriere di Sicurezza; Roma, Ministero dei Lavori Pubblici, 1990. Valor con cinturón de seguridad.

⁵ Catalogo Generale delle Barriere di Sicurezza; Roma, Ministero dei Lavori Pubblici, 1990. Valor con cinturón de seguridad.

15 LA VELOCIDAD TEÓRICA DE IMPACTO DE LA CABEZA (THIV)

Este índice se ha desarrollado a partir de un estudio estadístico de accidentes en que los ocupantes sufrieron lesiones al golpearse con el parabrisas o el salpicadero del vehículo.

El modelo intenta reconstruir el movimiento de la cabeza del ocupante del vehículo en el impacto. Tomando la cabeza como punto de referencia, el valor del THIV se puede calcular de acuerdo con la expresión siguiente¹:

$$THIV = \sqrt{2ad}$$

siendo:

- a = deceleración media en el tiempo T
- d = distancia de la cabeza hasta el punto de impacto
- T = tiempo hasta que se produce el impacto

Por consiguiente, el cálculo del THIV obliga a conocer la deceleración del vehículo² y la distancia d.

El choque se supone inelástico, por lo que una vez producido el impacto se supone que la cabeza permanece unida al parabrisas y, por consiguiente, sufre las mismas deceleraciones que el vehículo.

Por tanto, el impacto en total consta de dos fases: en la primera, la cabeza se desplaza hacia el parabrisas y choca con él. En la segunda, la cabeza permanece unida al parabrisas. El impacto en total suele durar 1 s ó mas; el choque de la cabeza se produce unos 80 ms después de producirse el impacto del vehículo con el sistema de contención.

El empleo de este modelo en ensayo de barreras de seguridad y pretiles comienza a resultar de utilidad para el desarrollo de barreras de alta contención³, en las que resulta fundamental comprobar que el choque de un vehículo ligero no entraña riesgos para sus ocupantes. Previamente se había empleado en pruebas de postes, báculos, etc., en las que la trayectoria

¹Se supone que el ocupante no emplea el cinturón de seguridad.

²No en su centro de gravedad, sino en la zona contra la que impactará la cabeza.

³En torno a 1983 en el Reino Unido.

16 INDICE DEL MODELO FSM (NCHRP REPORT 230)

Este modelo se intrduce en 1981, tras un trabajo¹ en el que se revisan varios de los modelos entonces en uso. Distingue, al igual que el THIV, dos fases en el choque:

- Fase 1: el ocupante (sin restricción alguna) se ve desplazado hacia delante y choca con algún punto del habitáculo.
- Fase 2: el ocupante permanece en contacto con el habitáculo y sufre las mismas deceleraciones que el vehículo.

En la primera fase se considera que las lesiones que sufra el ocupante vendrán dadas por el cambio de velocidad que sufra la cabeza:

$$\Delta v = \int a dt$$

En la segunda fase, los daños dependerán de la fuerza que se aplique sobre la cabeza, es decir, de la deceleración a que se vea sometida.

El modelo no toma en consideración los movimientos verticales, ya que si la aceleración según este eje alcanzara valores críticos, debería producirse el vuelco del vehículo de impacto, lo que invalidaría el ensayo.

El NCHRP Report N^o 230 propone los siguientes valores límite:

1ª fase

Inc. V_{long} 12 m/s
 Inc. V_{lat} 9 m/s

2ª fase

Deceleración máxima..... 20 unidades "g"

¹ MICHIE, J.D.; "Collision Risk Assessment based on occupant flail-space" en TRB Record N^o 796.

En la segunda fase, la aceleración se calcula como el valor medio en intervalos de 10 ms, y debe producirse inmediatamente antes o después del impacto de la cabeza contra el habitáculo¹.

17 TENDENCIAS ACTUALES

Los dos últimos modelos descritos presentan una gran similitud en cuanto a la modelización del impacto y a la consideración de las variables susceptibles de causar lesiones. De hecho, la diferencia entre ambos estriba únicamente en que el modelo **FSM** considera por separado la velocidad y la deceleración según cada eje (longitudinal y lateral), mientras que el **THIV** las une. Ambos modelos trabajan en dos dimensiones y suponen que el ocupante no tiene ninguna restricción².

Por su parte, el **ASI** emplea exclusivamente las deceleraciones a las que está sometido el vehículo- no el ocupante-, considerando además unos tiempos de aplicación de éstas elevados y empleando las deceleraciones medidas según los tres ejes.

Por consiguiente, el **ASI** es un simplemente un indicador de los niveles de deceleración alcanzados en el vehículo, mientras que los otros modelos intentan profundizar en las causas que producen las lesiones. En este sentido, puede objetarse que la hipótesis de que el ocupante se mueva sin restricciones resulta demasiado desfavorable; sin embargo, conviene no olvidar que la pretensión de estos índices es simplemente la de permitir una comparación entre ensayos y determinar unos ciertos valores críticos que permitan aceptar o rechazar un sistema de contención de vehículos, y no la de determinar exactamente las lesiones que puedan sufrir los ocupantes.

Actualmente, el **ASI** es ampliamente utilizado, por su sencillez de cálculo, experiencia de empleo y por la escasa instrumentación³ que requiere. La mayoría de los países europeos lo emplean en sus pruebas, y la norma **CEN** actualmente en redacción lo recoge como índice de medida de la severidad del choque.

Los otros dos índices precisan el empleo de una instrumentación más abundante, pero ofrecen la ventaja de resultar más próximos al mecanismo que produce las lesiones. Por ello, es probable que la norma **CEN** actualmente en elaboración recomiende la medida del **THIV** como complemento del **ASI**.

¹Por consiguiente, se obtendrán valores de la aceleración mayores que con el **ASI**, en el que la media se realiza tomando intervalos de 50 ms.

²Es decir, no dispone de cinturón de seguridad.

³Tres acelerómetros (o uno triaxil) en el centro de gravedad del vehículo.

Algunas investigaciones han intentado establecer correlaciones entre ambos índices. Aunque se han obtenido resultados prometedores, todavía es pronto para decir que pueda haber una equivalencia entre ambos. El cálculo de ambos índices en los ensayos de impacto permitirá en el futuro establecer el tipo de relación que puede existir entre ambos.

18 BIBLIOGRAFÍA

- 1 ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR); Projet de Norme Française N.F. P 98-410; Barrières de Sécurité Routières. Critères de performances, de classification et de qualification; París, AFNOR, 1990.
- 2 BRITISH STANDARDS INSTITUTION; Draft B.S. 6579 Part 0; Draft British Standard for Safety Fences and Barriers for Highways. Part 0. Specification for Performance; Londres, B.S.I., 1991.
- 3 MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI; Catalogo Generale delle Barriere di Sicurezza; Roma, M.L.P., 1990.
- 4 LAKER, I.B.; "A Short Summary of Three Vehicle Impact Severity Measures"; Artículo no publicado, Marzo, 1991.
- 5 LAKER, I.B.; "Safety Fences and Bridge Parapets" en T.R.R.L. Research Report Nº 75 (T.R.R.L. Papers for the 1986 T.R.B. Annual Meeting); Crowthorne, T.R.R.L., 1986.
- 6 LAKER, I.B.; PAYNE, A.R.; "The Theoretical Head Impact Velocity Concept"; Workshop on International Harmonization of Testing and Evaluation Procedures for Roadside Safety Hardware; Washington D.C., T.R.B., 1991.
- 7 NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (N.C.H.R.P.); Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Appurtenances; N.C.H.R.P. Report Nº 230; Washington D.C., N.R.C., 1981.
- 8 MICHIE, J.D.; "Collision Risk Assessment Based on Occupant Flail-Space" en T.R.B. Record Nº 796; Washington D.C., T.R.B., 1981.

ANEXO #3 - CATÁLOGO DE SISTEMAS DE
CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

ANEXO #3 - CATÁLOGO DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

19 INTRODUCCIÓN

La gran variedad de sistemas de contención de vehículos existente, y el esfuerzo de experimentación realizado en muchos países en este campo, aconsejan la elaboración de un Catálogo de tipos de actualización sencilla, con el que se pretende ofrecer al ingeniero proyectista todo el abanico de soluciones disponibles para que, en función de las características concretas de cada sección de carretera (Cf. apartados 3.4 y 4 de la Orden circular) elija en cada caso la más adecuada.

La actualización periódica del Catálogo, mediante inclusión de nuevas fichas y modificación de las existentes, permite evitar su obsolescencia a la vez que ofrece la garantía de recoger en cada momento exclusivamente sistemas cuya eficacia haya sido comprobada experimentalmente y sancionada por la práctica.

Cualquier sistema de contención de vehículos que se pretenda incluir en el Catálogo deberá haber sido ensayado en conformidad con las normas europeas¹ o de la Administración de carreteras de los EE.UU.² Para ello, será necesario presentar un informe técnico a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, tal como se recoge en el apartado 3 del presente Anexo.

¹ Norma CEN (a partir de 1992) o normas equivalentes de cada país de la CEE.

² NCHRP Report N° 230; TRB 1981 (actualmente en revisión).

20 ESTRUCTURA Y EMPLEO DEL CATÁLOGO

20.1 ESTRUCTURA

El Catálogo consta de dos partes fundamentales:

- Una primera que establece sus objetivos, estructura y el procedimiento a seguir para su actualización.
- Una segunda parte, formada por una serie de fichas que describen los diferentes sistemas admitidos. Esta parte será actualizada periódicamente.

20.2 CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO DE LAS FICHAS

Las fichas se organizan en cuatro grupos:

- Grupo A: Corresponden a barreras de seguridad a instalar en márgenes de la carretera.
- Grupo B: Corresponden a barreras de seguridad concebidas para su empleo en medianas.
- Grupo C: Corresponden a pretilas, es decir, sistemas de contención de vehículos a instalar en obras de paso y estructuras similares.
- Grupo D: Otros sistemas de contención de vehículos. Se incluyen aquí los atenuadores de impacto y otros sistemas de carácter singular.

Dentro de cada grupo, las barreras de seguridad y pretilas se clasifican de acuerdo con el material de que están formados: hormigón (1), metálicas (2), mixtas (3) y de otros materiales (4).

Cada ficha se identifica con una clave del tipo

X.#1.#2/#3

siendo: X una letra mayúscula que define el grupo al que pertenece la ficha (A,B,C ó D).

- #1 el número correspondiente al material en que está construido el sistema de contención de vehículos (1,2,3 ó 4).
- #2 un número de orden dentro de los sistemas de un mismo grupo y material.
- #3 un número de orden dentro del conjunto de fichas correspondientes a cada sistema.

La primera ficha de cada sistema de contención de vehículos se denomina **ficha de definición**, y contiene las características básicas del dispositivo. La información contenida incluye:

- Las principales dimensiones del sistema.
- Las circunstancias en que se debe emplear.
- La capacidad de contención.
- El comportamiento del sistema ante el choque de diferentes tipos de vehículo (ligero, autobús y pesado).
- Las prescripciones aplicables a los materiales que forman el sistema.
- La fecha en que el sistema ha sido incluido en el Catálogo, y la fecha de la última revisión de la ficha.

El resto de las fichas contiene la descripción completa de los elementos que forman el sistema de contención de vehículos, y las reglas para su correcta implantación en diferentes circunstancias. En ocasiones se remite a alguna ficha de otro sistema, para evitar repeticiones.

20.3 EMPLEO DEL CATÁLOGO

Para el empleo del Catálogo, se deben analizar previamente las características del tramo o zona en el que va a instalarse el sistema de contención de vehículos, de acuerdo con los apartados 3.4 y 4 de la Orden circular.

Una vez definidas estas características, se podrán seleccionar dentro del conjunto de fichas las que, por sus condiciones de empleo y capacidad de contención, se ajusten a la situación planteada.

Caso de existir varias soluciones, la elección definitiva deberá tener en cuenta:

- El coste de cada sistema.
- Su facilidad de conservación.
- Los sistemas instalados en el resto del itinerario.

21 PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN DE UN SISTEMA EN EL CATÁLOGO

21.1 CRITERIOS GENERALES

La admisión de un sistema de contención de vehículos al Catálogo sólo se podrá realizar una vez que se haya comprobado suficientemente su correcto funcionamiento.

Las condiciones a cumplir para considerar que el funcionamiento es correcto se describen en los Anexos #1, #2 y #3 a la Orden circular. Para asegurar que estas condiciones se cumplen, es necesario realizar:

- Cálculos con programas de simulación específicos¹.
- Ensayos de impacto a escala real.
- Seguimiento de tramos de carretera en los que el sistema de contención de vehículos se haya instalado con carácter provisional.

Por otra parte, entran también en consideración criterios de tipo económico para la admisión del sistema:

- Coste de fabricación e instalación.
- Costo de conservación y, sobre todo, necesidad de reposición del sistema en caso de choque.
- Existencia en el Catálogo de otros sistemas de características similares.

¹ Entre los más empleados actualmente están BARRIER VII y HVOSM, ambos de la Federal Highway Administration de los EE.UU.

El procedimiento de admisión de un nuevo sistema, descrito en el apartado 3.2, responde a estos criterios. Por una parte, intenta garantizar que el nuevo sistema funciona correctamente y, por otra, que su inclusión responde a necesidades hasta entonces cubiertas sólo parcialmente, y que estas necesidades se cubren con costes razonables.

21.2 PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN

21.2.1 Esquema.

La admisión de un sistema de contención de vehículos al Catálogo se realizará de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- Presentación de un informe técnico-económico a la Dirección General de Carreteras.
- Admisión provisional.
- Instalación con carácter experimental.
- Admisión definitiva e inclusión del nuevo sistema en el Catálogo.

21.2.2 Informe técnico-económico.

El contenido del informe técnico-económico será el siguiente:

- Descripción completa del nuevo sistema de contención de vehículos, incluyendo las condiciones de implantación del mismo, y zonas de empleo.
- Novedades que presenta el sistema frente a otros similares del Catálogo.
- Resultados de una investigación realizada con programas de simulación del impacto por ordenador.
- Resultados de los ensayos de choque a escala real, incluyendo:
 - * Laboratorio que ha realizado las pruebas.
 - * Normativa a la que se ha ajustado el ensayo.

- * Condiciones del impacto: tipo de vehículo, velocidad y ángulo, sistema de tracción empleado, e instrumentación utilizada.
- * Resultados del ensayo, incluyendo: deceleraciones del vehículo, ASI, trayectoria del vehículo, deformación del sistema, etc.
- Clasificación propuesta para el sistema por su capacidad de contención (Cf. 4.2 de la Orden circular).
- Estudio económico de los costes estimados de fabricación, instalación y conservación del sistema.
- Comportamiento esperado (de acuerdo con los ensayos) frente al impacto de un vehículo ligero, autobús y pesado en cuanto a: disipación de energía, deformabilidad, capacidad de redireccionamiento, franqueabilidad y conservación.

El informe se presentará a la Dirección General de Carreteras (Subdirección General de Tecnología y Proyectos), quien decidirá sobre su admisión provisional, previo informe técnico del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

21.2.3 Instalación de prueba.

La realización de cálculos y ensayos a escala real no permite, en el estado actual, garantizar el correcto funcionamiento de un sistema de contención de vehículos. Por ello, antes de su inclusión en el Catálogo, se procederá a su instalación del mismo con carácter experimental en tramos seleccionados de la Red estatal de carreteras.

Los fabricantes del sistema propondrán a la Dirección General de Carreteras los tramos para la instalación del sistema de contención de vehículos, y ésta establecerá el programa de seguimiento de su comportamiento. Este programa, que se realizará por cuenta del fabricante, incluirá el estudio de:

- Las necesidades de conservación del sistema de contención de vehículos.
- El comportamiento del sistema de contención de vehículos en los accidentes e incidentes que puedan haberse presentado.
- Aquellos otros aspectos del sistema de contención de vehículos que la Dirección General de Carreteras estime conveniente.

A la luz de los resultados de este seguimiento, la Dirección General de Carreteras decidirá sobre la admisión definitiva del nuevo sistema en el Catálogo.

En el caso de sistemas de contención de vehículos ampliamente utilizados en otros países de la Comunidad Económica Europea o de los EE.UU., no será necesario realizar este seguimiento, y se podrá proceder a la inclusión inmediata del dispositivo en el Catálogo siempre que:

- El informe técnico-económico descrito en el apartado 3.2.1 haya sido evaluado favorablemente.
- Las diferencias entre las características de la red y del tráfico en el país de origen con respecto a España no aconsejen la realización de estudios particulares.

21.2.4 Admisión definitiva al Catálogo.

La admisión definitiva de un nuevo sistema de contención de vehículos al Catálogo se realizará por resolución de la Dirección General de Carreteras, previo informe del CEDEX.

Corresponderá al fabricante la elaboración de las fichas técnicas correspondientes al nuevo sistema, de acuerdo con los criterios y formatos del Catálogo.

21.2.5 Eliminación del Catálogo.

La eliminación de un sistema de contención de vehículos del Catálogo tendrá lugar cuando se dé alguna de las circunstancias siguientes:

- Comprobación de un comportamiento defectuoso del sistema.
- Inclusión en el Catálogo de otro sistema que lo pueda reemplazar con ventajas indudables (de fabricación, instalación, mantenimiento, o funcionamiento), de manera que quede obsoleto.

La eliminación de un sistema del Catálogo exigirá la elaboración previa de un informe técnico, en el que se demuestre su obsolescencia. La eliminación se realizará por resolución de la Dirección General de Carreteras.

21.2.6 Actualización del Catálogo.

La actualización del Catálogo se realizará con carácter quinquenal.

La Dirección General de Carreteras mantendrá una lista actualizada de las fichas existentes, y publicará periódicamente las fichas correspondientes a los nuevos sistema de contención de vehículos admitidos.

22 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS DE EMPLEO ACTUAL Y NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL

22.1 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS MODIFICADOS EN EL CATÁLOGO INICIAL

Los siguientes sistemas de contención de vehículos, empleados actualmente en la Red estatal de carreteras, han sido modificados para su inclusión en el Catálogo:

- Barrera metálica con valla tipo "doble onda" y poste de perfil IPN.
- Barrera prefabricada de hormigón, con perfil "New Jersey" ó "F".

22.2 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL

Los fabricantes de sistemas de contención de vehículos actualmente en uso en la Red estatal de carreteras, no incluidos en el Catálogo inicial, deberán presentar a la Dirección General de Carreteras un informe técnico que incluya:

- Los ensayos y estudios técnicos en que se ha basado el desarrollo del sistema.
- Los tramos de la Red en que se ha implantado.
- La capacidad de contención, condiciones de empleo y comportamiento esperado del sistema.
- Un borrador de las fichas de descripción del sistema, para su inclusión en el Catálogo.

La Dirección General de Carreteras decidirá sobre la admisión del sistema al Catálogo, previo informe técnico del CEDEX.

23 INDICE DE FICHAS

23.1 BARRERAS DE SEGURIDAD EN MÁRGENES DE LA CARRETERA

NUMERO	DENOMINACION
A.1.1/1	BHD en márgenes. Definición.
A.1.2/1	BHS. Definición.
A.1.2/2	BHS. Elementos constituyentes.
A.1.3/1	BHS.P. Definición.
A.1.3/2	BHS.P. Elementos constituyentes.
A.1.3/3	BHS.P. Armaduras.
A.2.1/1	BMS2/100. Definición.
A.2.1/2	BMS2/100. Elementos constituyentes.
A.2.1/3	BMS2/100. Montaje de la barrera.
A.2.1/4	BMS2/100. Anclaje de los postes al terreno
A.2.1/5	BMS2/100. Abatimiento de la barrera.
A.2.1/6	BMS2/100. Longitud mínima de la barrera.
A.2.1/7	BMS2/100. Colocación de la barrera en la sección transversal de la carretera.
A.2.1/8	BMS2/100. Cortes en barrera de seguridad.
A.2.1/9	BMS2/100. Transición de BMS2/100 a otro tipo de BMS. Disposición de BMS2/100 delante de un obstáculo.
A.2.2/1	BMS4/100. Definición.
A.2.2/2	BMS2/100. Montaje de la barrera.
A.2.3/1	BMS4/120. Definición.
A.2.4/1	BMS2/120. Definición.
A.2.4/2	BMS2/120. Elementos constituyentes.
A.2.4/3	Protección de pórticos y banderolas de señalización.
A.2.5/1	BMS2/100R. Definición.
A.2.5/2	BMS2/100R. Montaje de la barrera.
A.2.6/1	BMS4/100R. Definición.
A.2.6/2	BMS4/100R. Montaje de la barrera.
A.2.6/3	Empleo delante de un poste SOS

23.2 EN MEDIANAS

NUMERO	DENOMINACION
B.1.1/1	BHD. Definición.
B.1.1/2	BHD. Elementos constituyentes.
B.1.1/3	BHD. Detalles constructivos. Sobre junta.
B.1.1/4	BHD. Id. Tramos desmontables.
B.1.1/5	BHD. Id. Final de la barrera.
B.1.1/6	BHD. Id. Conexión a BMS y BMD.
B.1.1/7	BHD. Id. Recrecimiento y reparación.
B.1.2/1	Dos hileras de BHD. Definición.
B.1.2/2	Id. Drenaje para plantaciones.
B.1.3/1	BHD.P. Definición.
B.1.3/2	BHD.P. Elementos constituyentes.
B.1.3/3	BHD.P. Armaduras.
B.1.3/4	BHD.P. Final de barrera.
B.1.4/1	Dos hileras de BHS. Definición.
B.1.4/2	Id. Drenaje para plantaciones.
B.2.1/1	BMD2/100. Definición.
B.2.1/2	BMD2/100. Elementos constituyentes.
B.2.1/3	BMD2/100. Montaje de la barrera. Colocación en la mediana.
B.2.1/4	BMD2/100. Final de la barrera.
B.2.1/6	BMD2/100. Adaptación en lugares singulares.
B.2.2/1	Dos hileras de BMS2/100. Definición.
B.2.2/2	BMS2/100 en mediana. Montaje de la barrera. Colocación en medianas con obstáculos, etc.
B.2.3/1	BMD4/100. Definición.
B.2.3/2	BMD4/100. Elementos en tramos desmontables y abatibles.
B.2.3/3	BMD4/100 en mediana. Montaje de la barrera e instalación en mediana.
B.2.3/4	BMD4/100 en mediana. Tramo desmontable.
B.2.4/1	BMD2/100R. Definición.
B.2.4/2	BMD2/100R en mediana. Montaje de la barrera e instalación en mediana.

23.3 PRETILES

NUMERO	DENOMINACION
C.1.1/1	PH. Definición.
C.1.2/1	PHB. Definición.
C.1.2/2	PHB. Elementos constituyentes.
C.1.2/3	PHB. Elemento corto.
C.1.2/4	PHB. Baranda.
C.1.2/5	PHB. Acceso a la obra de paso.
C.1.2/6	PHB. Acceso a obras de paso de luz < 18 m
C.1.3/1	PHC. Definición.
C.1.3/2	PHC. Elementos constituyentes.
C.1.3/3	PHC. Armaduras.
C.1.3/4	Transición de barrera BHS a PHC.

ORDEN CIRCULAR 317/91TYP
SOBRE SISTEMAS DE
CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS
(PROPUESTA)

INDICE

1	<u>INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN</u>	7
2	<u>TIPOS DE SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS</u>	8
2.1	CLASIFICACIÓN	8
2.1.1	<u>Según función y ubicación.</u>	8
2.1.2	<u>Barreras de seguridad y pretiles.</u>	8
2.1.3	<u>Amortiguadores de impacto.</u>	9
2.1.4	<u>Lechos de frenado.</u>	9
2.2	SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS ADMITIDOS	10
2.3	NORMALIZACIÓN	10
2.3.1	<u>Generalidades.</u>	10
2.3.2	<u>Nivel de contención.</u>	10
2.3.3	<u>Modelos normalizados.</u>	12
2.3.3.1	Barreras metálicas de seguridad.	12
2.3.3.2	Barreras de seguridad de hormigón.	12
2.3.3.3	Pretiles metálicos.	13
2.3.3.4	Pretiles de hormigón.	13
2.3.3.5	Pretiles mixtos.	14
2.3.3.6	Amortiguadores de impacto.	14
2.3.3.7	Lechos de frenado.	15
2.4	EMPLEO	15
2.4.1	<u>Generalidades.</u>	15
2.4.1.1	Barreras de seguridad y pretiles.	15
2.4.2	<u>Selección del nivel de contención de barreras de seguridad y pretiles.</u>	15
2.4.3	<u>Selección del tipo.</u>	16
3	<u>CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN</u>	17
3.1	GENERALIDADES	17
3.2	BARRERAS DE SEGURIDAD	17
3.2.1	<u>En márgenes de la carretera.</u>	17
3.2.2	<u>En medianas.</u>	21
3.3	PRETILES	21
3.4	LECHOS DE FRENADO	22
4	<u>DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS</u>	23
4.1	<u>DISPOSICIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES</u>	23
4.1.1	<u>Posición longitudinal.</u>	23
4.1.1.1	Generalidades.	23
4.1.1.2	Anticipación del comienzo.	23
4.1.1.3	Retraso de la terminación.	26
4.1.1.4	Continuidad.	26
4.1.2	<u>Posición transversal.</u>	26
4.1.2.1	Barreras de seguridad.	26
4.1.2.2	Pretiles.	30
4.1.3	<u>Posición en altura.</u>	30

4.1.4 <u>Inclinación</u>	31
4.1.5 <u>Cimentación</u>	31
4.1.5.1 Barreras de seguridad metálicas.	31
4.1.5.2 Barreras de seguridad de hormigón.	32
4.1.5.3 Pretiles metálicos.	33
4.1.5.4 Pretiles de hormigón.	33
4.1.6 <u>Extremos</u>	33
4.1.6.1 Generalidades.	33
4.1.6.2 Barreras o pretiles metálicos.	34
4.1.6.3 Barreras o pretiles de hormigón.	35
4.1.7 <u>Zonas especiales</u>	36
4.1.7.1 Accesos a puentes, viaductos, obras de paso o túneles.	36
4.1.7.2 Vías de giro y ramales en nudos.	36
4.1.7.3 "Narices" en salidas.	36
4.1.7.4 Comienzos de mediana.	37
4.1.7.5 Interrupciones.	37
4.1.7.6 Transiciones.	39
4.1.7.7 Cambios de alineación.	39
4.1.7.8 Peatonos.	39
4.2 <u>DISPOSICIÓN DE AMORTIGUADORES DE IMPACTO</u>	40
4.3 <u>DISPOSICIÓN DE LECHOS DE FRENADO</u>	40
4.3.1 <u>Emplazamiento</u>	40
4.3.2 <u>Longitud</u>	41
4.3.3 <u>Anchura</u>	42
4.3.4 <u>Profundidad</u>	42
4.3.5 <u>Material de frenado</u>	43
4.3.6 <u>Contención complementaria</u>	43
5 <u>SITUACIÓN TRANSITORIA</u>	43

ANEXO #1 - **CONSIDERACIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTENCION DE VEHICULOS**

1 <u>TIPOS DE TRÁFICO</u>	45
2 <u>EXIGENCIAS FUNCIONALES</u>	45
3 <u>COMPORTAMIENTO</u>	46
4 <u>DINÁMICA DEL CHOQUE</u>	47
4.1 <u>TRAYECTORIA FUERA DE CONTROL</u>	47
4.1.1 <u>En alineaciones rectas</u>	47
4.1.2 <u>En alineaciones curvas</u>	48
4.2 <u>VELOCIDAD DE IMPACTO</u>	49
4.2.1 <u>Generalidades</u>	49
4.2.2 <u>Vehículo rodante</u>	49
4.2.3 <u>Vehículo deslizante</u>	48

4.3	ANGULO DE IMPACTO	50
4.3.1	<u>Generalidades.</u>	50
4.3.2	<u>Alineaciones rectas.</u>	50
4.3.3	<u>Alineaciones curvas.</u>	50
5	<u>DESCRIPCIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD</u>	50
5.1	FUNCIONAMIENTO	50
5.2	DEFORMABILIDAD	51
5.3	FASES DEL CHOQUE CON UNA BARRERA DE SEGURIDAD	52
5.3.1	<u>Fases.</u>	52
5.3.2	<u>Modelo.</u>	53
5.3.3	<u>Indice de gravedad.</u>	54
5.4	FUERZAS TRANSMITIDAS A LOS CIMIENTOS	55
5.5	BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD	55
5.5.1	<u>Generalidades.</u>	55
5.5.2	<u>Funcionamiento.</u>	56
5.5.3	<u>Barreras metálicas simples de seguridad.</u>	58
5.5.4	<u>Barreras metálicas dobles de seguridad.</u>	58
5.6	BARRERAS DE SEGURIDAD DE HORMIGÓN	59
5.6.1	<u>Generalidades.</u>	59
5.6.2	<u>Perfil.</u>	60
5.6.3	<u>Funcionamiento.</u>	60
5.6.4	<u>Comportamiento.</u>	61
5.6.4.1	Perfil "New Jersey".	61
5.6.4.2	Perfil "Forma F".	62
5.6.4.3	Perfil "Tric-bloc".	62
6	<u>DESCRIPCIÓN DE LOS PRETILES</u>	63
6.1	GENERALIDADES	63
6.2	PRETILES METÁLICOS	63
6.2.1	<u>Normales.</u>	63
6.2.2	<u>De alta contención.</u>	64
6.3	PRETILES DE HORMIGÓN	64
6.4	PRETILES MIXTOS	64
7	<u>DESCRIPCIÓN DE LOS AMORTIGUADORES DE IMPACTO</u>	65
7.1	GENERALIDADES	65
7.2	REQUISITOS FUNCIONALES ESPECÍFICOS	65
7.3	COMPORTAMIENTO	66
7.4	SISTEMAS CON CAPACIDAD DE REDIRECCIONAMIENTO	66
7.5	SISTEMAS SIN CAPACIDAD DE REDIRECCIONAMIENTO	66

ANEXO #2 - MEDIDA DE LA SEVERIDAD DE UN CHOQUE

1	<u>GENERALIDADES</u>	68
2	<u>EL INDICE DE SEVERIDAD DE LA ACELERACIÓN (ASI)</u>	69

3 <u>LA VELOCIDAD TEÓRICA DE IMPACTO DE LA CABEZA (THIV)</u>	71
4 <u>INDICE DEL MODELO FSM (NCHRP REPORT 230)</u>	73
5 <u>TENDENCIAS ACTUALES</u>	74
6 <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	75

ANEXO #3 - CATALOGO DE SISTEMAS DE CONTENCION DE VEHICULOS

1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	77
2 <u>ESTRUCTURA Y EMPLEO DEL CATÁLOGO</u>	77
2.1 <u>ESTRUCTURA</u>	77
2.2 <u>CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO DE LAS FICHAS</u>	78
2.3 <u>EMPLEO DEL CATÁLOGO</u>	79
3 <u>PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN DE UN SISTEMA EN EL CATÁLOGO</u>	79
3.1 <u>CRITERIOS GENERALES</u>	79
3.2 <u>PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN</u>	80
3.2.1 <u>Esquema.</u>	80
3.2.2 <u>Informe técnico-económico.</u>	81
3.2.3 <u>Instalación de prueba.</u>	82
3.2.4 <u>Admisión definitiva al Catálogo.</u>	82
3.2.5 <u>Eliminación del Catálogo.</u>	83
3.2.6 <u>Actualización del Catálogo.</u>	83
4 <u>SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS DE EMPLEO ACTUAL Y NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL</u>	84
4.1 <u>SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS MODIFICADOS EN EL CATÁLOGO INICIAL</u>	84
4.2 <u>SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL</u>	84
5 <u>INDICE DE FICHAS</u>	85
GRUPO A: <u>BARRERAS DE SEGURIDAD EN MÁRGENES DE LA CARRETERA</u> .	85
GRUPO B: <u>BARRERAS DE SEGURIDAD EN MEDIANAS</u>	86
GRUPO C: <u>PRETILES</u>	89
GRUPO O: <u>PIEZAS Y ELEMENTOS GENERALES</u>	89

ANEXO #4 - CARACTERISTICAS DE ALGUNOS SISTEMAS DE CONTENCION DE VEHICULOS

1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	192
-----------------------------	-----

2 BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD 192

 2.1 VALLAS 192

 2.1.1 Materiales. 192

 2.1.1.1 Acero. 192

 2.1.1.2 Galvanización. 192

 2.1.1.3 Ensayos. 193

 2.1.1.4 Identificación del fabricante. 193

 2.1.2 Elementos accesorios. 193

 2.1.2.1 Materiales. 194

 2.1.2.2 Ensayos. 194

 2.1.2.3 Identificación del fabricante. 194

3 BARRERAS DE HORMIGÓN 194

 3.1 MATERIALES 194

 3.1.1 Cemento. 194

 3.1.2 Aridos. 195

 3.1.3 Agua de amasado. 195

 3.1.4 Aditivos. 195

 3.2 HORMIGÓN 195

 3.3 ARMADURAS 195

 3.4 ENCOFRADOS PERDIDOS 196

 3.5 CONTROL DE CALIDAD 196

 3.5.1 Barreras hormigonadas "in situ". 196

 3.5.2 Barreras prefabricadas. 196

4 BIBLIOGRAFÍA 197

ORDEN CIRCULAR 317/91 TYP SOBRE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS (PROPUESTA)

1 INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

En la presente Orden Circular se regulan los diversos tipos de sistema de contención de vehículos, entendiéndose por tal a todo dispositivo instalado en una carretera, cuya finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención de un vehículo fuera de control, de manera que se limiten los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios de la carretera y otras personas u objetos situadas en las proximidades.

Sustituye la presente Orden Circular a la nº 229/71 CV, de febrero de 1971, sobre normas provisionales relacionadas con barreras de seguridad, y a la Nota informativa sobre el proyecto y construcción de barreras rígidas de seguridad, de mayo de 1986.

No se incluyen en la presente Orden Circular las barandillas o sistemas de contención de peatones, que se instalan en los márgenes de carreteras o en los bordes de tableros de obras de paso o estructuras.

Fuera de poblado, y también en zonas urbanas donde la velocidad de proyecto rebase 60 km/h, los proyectos de construcción de nuevas carreteras, o de acondicionamiento de las existentes, deberán incluir en su Memoria la descripción¹ y justificación² de los sistemas de contención de vehículos (tipo e implantación) que se consideren necesarios a la luz de los criterios contenidos en la presente Orden Circular.

¹ Apartado 1.1.2.2. ñ) de la Memoria.

² Apartado 1.1.2.3. ñ) de la Memoria.

2 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

2.1 CLASIFICACIÓN

2.1.1 Según función y ubicación.

En cuanto a su función y ubicación, los sistemas de contención de vehículos se clasificarán en:

- **Barreras de seguridad**, empleadas en los márgenes o, en su caso, en la mediana de la carretera.
- **Pretilos**, análogos a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para bordes de tableros de obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento, y obras similares.
- **Amortiguadores de impacto**, diseñados para un choque frontal.
- **Lechos de frenado**, situados en los márgenes de la carretera, sobre todo en pendientes prolongadas, y rellenos de un material especial.

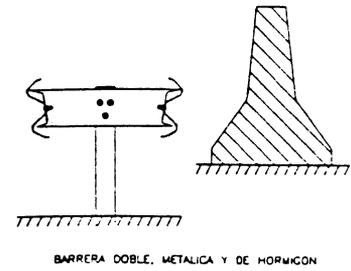
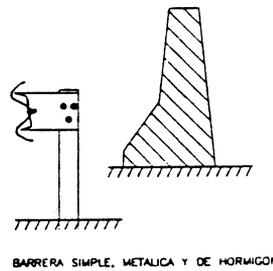
2.1.2 Barreras de seguridad y pretilos.

Dentro de las barreras de seguridad y, en menor grado, de los pretilos, se pueden establecer clasificaciones atendiendo a criterios diversos, las siguientes clasificaciones:

- **Rígidas o deformables.**
- **Definitivas o provisionales.**
- **Simple** (aptas sólo para el choque por uno de sus lados) o **dobles** (aptas para el choque por ambos lados).

- Según el material empleado:

- Metálicas.
- De hormigón.
- Mixtas.
- De otros materiales.



2.1.3 Amortiguadores de impacto.

Dentro de los amortiguadores de impacto se pueden establecer las siguientes clasificaciones:

- Sin capacidad de redireccionamiento (p.e. conjunto de bidones).
- Con capacidad de redireccionamiento (p.e. sistemas telescópicos).
- Sistemas móviles.
- Amortiguadores terminales para barreras de seguridad.

2.1.4 Lechos de frenado.

Dentro de los lechos de frenado se pueden establecer las siguientes clasificaciones:

- En cuanto a situación transversal:
 - Adyacentes a la plataforma.
 - Separados de ella.
- En cuanto a anchura:
 - Con capacidad para vehículo entero.
 - Con capacidad para medio vehículo.

2.2 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS ADMITIDOS

Sólo se admitirá el empleo de sistemas de contención de vehículos de los modelos normalizados en la presente Orden y en el Catálogo a ella anexo, o de aquéllos que hayan sido ensayados de acuerdo con la normativa del Comité Europeo de Normalización (CEN) o, eventualmente, de la Administración de Carreteras de los EE.UU. de América. En estos últimos casos, se presentará a la Dirección General de Carreteras un informe técnico que detalle los ensayos realizados y las condiciones de empleo del sistema, a fin de obtener un permiso de instalación en algún tramo de la Red Estatal de carreteras, con carácter experimental. La Dirección General de Carreteras decidirá, a la vista del comportamiento de dichos tramos, sobre la admisión e inclusión en el Catálogo del sistema de contención en cuestión, siguiendo el procedimiento detallado en el Anexo #3.

Podrán mantenerse los sistemas instalados actualmente, aunque no cumplan lo prescrito en el párrafo anterior, si sólo precisan para su conservación operaciones de mera reposición de daños localizados.

2.3 NORMALIZACIÓN

2.3.1 Generalidades.

La normalización establecida en la presente Orden Circular sólo se refiere a la funcionalidad de un sistema de contención de vehículos, y a su nivel de contención; no son objeto de ella consideraciones accesorias tales como revestimientos, colores, etc.

2.3.2 Nivel de contención.

La capacidad de contención de un sistema de contención de vehículos se establece mediante ensayos a escala real, realizados de acuerdo con la normativa del Comité Europeo de Normalización (CEN) o, eventualmente, de la Administración de Carreteras de los EE.UU de América. Dentro de la clasificación establecida por el CEN, las clases de barreras de seguridad, pretiles y amortiguadores de impacto que se consideran más adecuadas para las condiciones del tráfico en la Red Estatal de Carreteras, son las relacionadas (junto con las condiciones del ensayo) en la tabla 1.

TABLA 1

CLASIFICACION DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHICULOS

I.- ENSAYO PRINCIPAL DE CHOQUE

a) BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

CLASE	TIPO DE VEHICULO	CONDICIONES DEL ENSAYO PRINCIPAL DE CHOQUE		
		MASA DEL VEHICULO (kg)	VELOCIDAD (km/h)	ANGULO(°)
L1	LIGERO	1 500	80	20
L2			110	
M	AUTOBUS	13 000	70	
P	ARTICULADO	38 000	65	

b) AMORTIGUADORES DE IMPACTO

CLASE	TIPO DE AMORTIGUADOR	TIPO DE VEHICULO	CONDICIONES DEL ENSAYO DE CHOQUE		
			MASA DEL VEHICULO (kg)	VELOCIDAD (km/h)	ANGULO(°)
AR1	Sin redireccionamiento	LIGERO	1 300	80	0
AR2				110	
AB1	Con redireccionamiento			80	
AB2				110	
AM	Móvil			80	

II.- ENSAYOS ADICIONALES

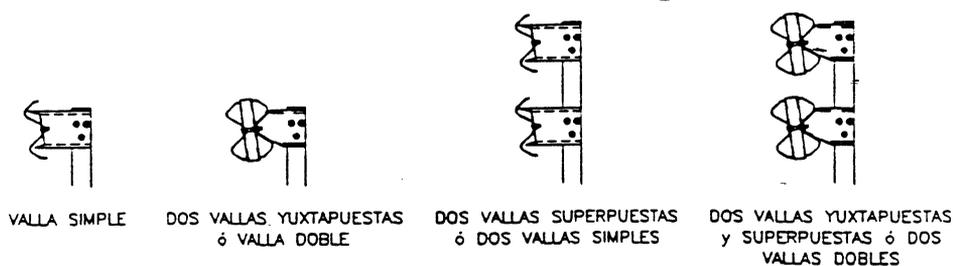
Todas, las barreras de seguridad y pretiles deberán (excepto la L1) tener un comportamiento satisfactorio en el ensayo de choque de un vehículo de 850 kg de masa, á 100 km/h y bajo un ángulo de 20°. Los amortiguadores de impacto deberán tener un comportamiento satisfactorio en el ensayo de choque frontal de un vehículo de 800 kg de masa a la misma velocidad (80 ó 110 km/h) que la empleada para el vehículo de 1300 kg. Estos últimos serán objeto de una serie de ensayos adicionales, tal como se especifica en la norma CEN.

2.3.3 Modelos normalizados.

2.3.3.1 Barreras metálicas de seguridad.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de tres letras: **BMS** (barrera metálica simple) ó **BMD** (barrera metálica doble).
- Una letra: **N** para barrera con separador; **R** (reducida) para barrera de seguridad que no lleve separadores, y **D** si la barrera metálica fuera desmontable.
- Una letra que expresa el número y disposición de las vallas: **A** para una sola valla; **B** para dos vallas yuxtapuestas; **C** para dos vallas superpuestas, y **D** para cuatro vallas, superpuestas y yuxtapuestas dos a dos.
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la separación entre postes, expresada en metros; la segunda, a la máxima dimensión del poste, expresada en milímetros.
- Una letra minúscula, que expresa el orden de inscripción en el Catálogo dentro de las barreras con denominación coincidente.



2.3.3.2 Barreras de seguridad de hormigón.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de tres letras: **BHS** (barrera de hormigón simple) ó **BHD** (barrera de hormigón doble).
- Una letra que se refiere al método constructivo: **E** para barrera hormigonada "in situ" con encofrado fijo o deslizante; **P** para barrera

prefabricada, y X para barrera hormigonada con encofrado perdido ("in situ" o prefabricada).

- Una letra que expresa el tipo de perfil: J para "New Jersey"; F para perfil "F", y T para perfil "Tric-Bloc".
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la longitud del elemento (prefabricado o con encofrado perdido), expresada en metros, y será 0 para barreras hormigonadas "in situ" (con longitud mayor que 9 metros); la segunda será 0 para barrera no anclada, ó 1 para barrera anclada.
- Una letra minúscula, que expresa el orden de inscripción en el Catálogo dentro de las barreras con denominación coincidente.

2.3.3.3 Pretiles metálicos.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de dos letras: **PM** (pretil metálico).
- Una letra que expresa el número y disposición de las vallas: **A** para una sola valla; **B** para dos vallas yuxtapuestas; **C** para dos vallas superpuestas, y **D** para cuatro vallas, superpuestas y yuxtapuestas dos a dos.
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la separación entre postes, expresada en metros; la segunda, a la altura útil¹ del pretil, expresada en decímetros.
- Una letra minúscula, que expresa el orden de inscripción en el Catálogo dentro de los pretiles con denominación coincidente.

2.3.3.4 Pretiles de hormigón.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de dos letras: **PH** (pretil de hormigón)
- Una letra: **E** para los pretiles hormigonados "in situ"; **P** para los prefabricados.

¹ Se considera altura útil de un pretil, la altura hasta la parte superior del elemento más elevado resistente al impacto.(Apartado 4.1.3)

- Una letra que expresa el tipo de perfil: **J** para "New Jersey" y **F** para perfil **F**
- Un conjunto de tres cifras, separadas por una barra las dos primeras, por un guión la segunda y la tercera. La primera expresará la longitud del elemento, en metros; la segunda será **1** para barrera anclada al tablero, ó **0** para barrera no anclada; y la tercera expresará la altura útil¹ del pretil, en decímetros.
- Una letra minúscula, que expresa el orden de inscripción en el Catálogo dentro de los pretilos con denominación coincidente

2.3.3.5 Pretilos mixtos.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de dos letras: **PX** (pretil mixto)
- Un conjunto de tres cifras, separadas por una barra las dos primeras, por un guión la segunda y la tercera. La primera expresará la longitud del elemento, en metros; la segunda será **1** para barrera anclada al tablero, ó **0** para barrera no anclada; y la tercera expresará la altura útil¹ del pretil, en decímetros.
- Una letra minúscula, que expresa el orden de inscripción en el Catálogo dentro de los pretilos con la misma denominación.

2.3.3.6 Amortiguadores de impacto.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- Un conjunto de dos letras: **AR** para los amortiguadores con capacidad de redireccionamiento; **AB** para los amortiguadores sin capacidad de redireccionamiento; **AM** para los sistemas móviles; **AT** para amortiguadores terminales de barreras de seguridad o pretilos.
- Una letra minúscula que expresa el orden de inscripción en el Catálogo dentro de los amortiguadores con la misma denominación.

¹ Se considera altura útil de un pretil, la altura hasta la parte superior del elemento más elevado resistente al impacto. (Apartado 4.1.3)

2.3.3.7 Lechos de frenado.

Se designarán con arreglo al siguiente código:

- La letra F.
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera será 1 si el lecho de frenado es adyacente a la plataforma, y 2 si se separa de ella; la segunda será 1 si la anchura del lecho es completa y permite acoger al vehículo entero, y 2 si es reducida y sólo acoge a medio vehículo.

2.4 EMPLEO

2.4.1 Generalidades.

2.4.1.1 Barreras de seguridad y pretilos.

La selección del nivel de contención de una barrera de seguridad o pretil se hará atendiendo a las circunstancias propias de cada tramo (tráfico, trazado, gravedad del accidente a evitar), en base a lo dispuesto en la presente Orden Circular.

En cualquier caso, no se debe olvidar que los sistemas de alta contención (barreras y pretilos tipo **P**) resultan bastante rígidos frente al choque de un vehículo ligero. Por ello su diseño y condiciones de instalación deben prever una protección adecuada para los vehículos más ligeros.

2.4.2 Selección del nivel de contención de barreras de seguridad y pretilos.

Las barreras de seguridad y pretilos serán de la clase designada como **P** en el apartado 2.3.1 donde las consecuencias del franqueamiento del dispositivo por un vehículo den lugar a un accidente calificado como **excepcional** en el apartado 3.2.1.

Donde las consecuencias del franqueamiento del dispositivo por un vehículo den lugar a un accidente calificado como **grave** en el apartado 3.2.1, las barreras de seguridad y pretilos serán de la clase designada como **M** en el apartado 2.3.1.

En los demás casos, se podrán emplear barreras de seguridad y pretilos de la clase designada como **L** en el apartado 2.3.1.

2.4.3 Selección del tipo.

Una vez establecido el nivel de contención, la selección del tipo de barrera de seguridad o pretil se hará atendiendo a las ventajas e inconvenientes señalados en la presente Orden Circular y a las recomendaciones de empleo recogidas en el Catálogo. Se tendrán en cuenta, especialmente:

- El funcionamiento y comportamiento de cada sistema
- El coste de implantación y conservación.
- Las condiciones del terreno para el cimiento y, en su caso, anclaje.
- El espacio disponible, incluso para una eventual deformación.
- Necesidades especiales, como tramos desmontables, anclajes, extremos.
- La conexión con otras barreras de seguridad o pretils contiguos.
- Las necesidades de recrecimiento a medio plazo.

3 CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

3.1 GENERALIDADES

El choque con un sistema de contención de vehículos constituye un accidente sustitutorio del que tendría lugar en caso de no existir aquél, y de consecuencias más predecibles y menos graves; pero no está exento de riesgos para los ocupantes del vehículo.

Por lo tanto, sólo se podrá instalar un sistema de contención de vehículos después de valorar los riesgos potenciales en uno y otro caso, y de descartar soluciones alternativas (con frecuencia es posible desplazar o eliminar obstáculos, o explanar el terreno), teniendo en cuenta:

- El coste de instalación y mantenimiento del dispositivo.
- El coste de las soluciones alternativas
- La probabilidad de un choque con él, relacionada con la intensidad de la circulación.
- La gravedad del accidente resultante de ese choque.
- La gravedad del accidente que se ha evitado.

Los sistemas de contención de vehículos no se utilizarán en condiciones de implantación o disposiciones distintas de las descritas en la presente Orden Circular o, en su caso, de aquéllas para las que hayan sido diseñados y ensayados.

3.2 BARRERAS DE SEGURIDAD

3.2.1 En márgenes de la carretera.

Las zonas (como lagos, humedales, cursos de agua, yacimientos arqueológicos, etc.) cuya protección haya sido incluida entre las medidas correctoras derivadas de una Declaración de impacto ambiental justificarán siempre la instalación de una barrera de seguridad.

En los demás casos, la instalación de la barrera de seguridad estará justificada donde la distancia de un obstáculo o zona peligrosa al borde de la calzada sea inferior a la que se consigna en la tabla 2.

TABLA 2

**DISTANCIA (m) DEL BORDE DE LA CALZADA
A UN OBSTACULO O ZONA PELIGROSA
POR DEBAJO DE LA CUAL
SE JUSTIFICA UNA BARRERA DE SEGURIDAD**

TIPO DE ALINEACION	INCLINACION TRANSVERSAL DEL MARGEN ¹	TIPO DE ACCIDENTE	
		EXCEPCIONAL O GRAVE	NORMAL
CARRETERAS CON CALZADA UNICA			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	< 1/8	7,5	4,5
	1/8 á 1/5	9	6
	> 1/5	12	8
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	< 1/8	12	10
	1/8 á 1/5	14	12
	> 1/5	16	14
CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	< 1/8	10	6
	1/8 á 1/5	12	8
	> 1/5	14	10
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	< 1/8	12	10
	1/8 á 1/5	14	12
	> 1/5	16	14

¹ Entre el borde de la calzada y el obstáculo o zona peligrosa. Los valores indicados corresponden a una pendiente, es decir, donde la cota del margen disminuye al alejarse de la calzada; para el caso opuesto (rampa) se emplearán los límites dados para una pendiente < 1/8. La rampa podrá incluir una cuneta, siempre que la inclinación de sus taludes no sea superior á 1/5.

En todo caso los cambios de inclinación transversal se suavizarán a razón de un mínimo de 10 cm por cada 1 % de variación de dicha inclinación.

A los efectos de la tabla 2, se admitirá que el riesgo de la gravedad del accidente es la siguiente:

a) Accidente excepcional:

1) Paso sobre:

- Una vía férrea de alta velocidad
- Una vía férrea por la que circulen más de 6 trenes por hora.
- Una vía férrea por la que circulen más de 6 trenes por semana, que contengan al menos un vagón cargado con gases inflamables o tóxicos, o líquidos inflamables.

2) Existe una vía férrea paralela y muy próxima a la carretera y situada a más de 1 m por debajo del nivel de ésta.

3) Existe a nivel inferior una zona contigua a una obra de paso o estructura, habitada o utilizada para almacenamiento de mercancías peligrosas o con instalaciones costosas.

4) Existe a nivel inferior una vía férrea, autopista, autovía o carretera convencional con calzadas separadas, y en el emplazamiento de la carretera concurre alguna de las siguientes circunstancias:

- Curvas horizontales o acuerdos verticales de dimensiones inferiores a las admisibles por las normas de trazado en esas circunstancias.
- Distancia entre la calzada y las barreras de seguridad o pretilas menor que la admisible por las normas de sistemas de contención de vehículos en esas circunstancias.
- Nudos complejos en los que resulta más probable un error por parte del conductor.
- Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
- Emplazamientos con una accidentalidad anormalmente elevada.

b) **Accidente grave:**

- Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerados como accidente excepcional.
- Velocidad de recorrido V_{85} superior á 50 km/h:
 - Choque con obstáculos¹ que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma, o con pantallas antirruido.
 - Choque que pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.
- Velocidad de recorrido V_{85} superior á 70 km/h:
 - Caída a ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1 m, o a barrancos o zanjas profundas.
 - Intrusión en carreteras o calzadas paralelas.
 - Accesos a puentes, túneles y en pasos estrechos.

c) **Accidente normal:**

- Casos en que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como accidente grave.
- Velocidad de recorrido V_{85} superior á 70 km/h:
 - Choque con piedras, árboles o postes de más de 15 cm de diámetro, y postes **SOS**.
 - Choque con carteles de señalización o báculos de alumbrado cuyo poste no esté provisto de un fusible estructural que permita su fácil desprendimiento o abatimiento ante un impacto.
 - Choque con muros, tablestacados, edificios o elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno.

¹ Tales como pilas de pasos superiores, pórticos o banderolas de señalización, estructuras de edificios, y elementos similares.

- Paso por:
 - Cunetas:
 - Reducidas.
 - Triangulares o trapeciales de más de 15 cm de profundidad, a no ser que la inclinación de sus taludes sea inferior a $1/5$ y los cambios de ésta se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación.
 - Zonas cuyos cambios de inclinación transversal no se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación, y en las que el valor de ésta sea:
 - Ascendente y superior a $1/3$.
 - Descendente y superior a $1/3$, con un desnivel superior a 3 m.

3.2.2 En medianas.

Se considerará la zona adyacente a cada calzada como un margen, según el apartado anterior. A estos efectos se considerará la calzada adyacente como un obstáculo.

Así, donde la anchura de la mediana (o de la franja de separación entre dos carreteras paralelas, o entre calzada principal y la de servicio) resulte en una distancia entre bordes de calzada igual o superior a la indicada en la tabla 2, y no haya obstáculos o desniveles en dicha zona, no se justifica la implantación de una barrera de seguridad.

3.3 PRETILES

En puentes, viaductos y demás obras de paso, se dispondrán siempre pretiles en el borde del tablero o, si se dispone de acera y ésta lleva barandilla para peatones en el borde del tablero, el pretil separará la acera del resto de la plataforma. Donde la velocidad de recorrido V_{85} no exceda de 50 km/h y no se encuentre una de las situaciones del apartado 3.2.1, se podrá emplear bordillos no montables.

Se instalarán siempre pretiles sobre los muros de sostenimiento (del lado del valle) de una carretera en terreno accidentado o muy accidentado, donde la velocidad de recorrido V_{85} sea superior a 50 km/h.

Se tendrán en cuenta en el cálculo estructural del tablero o muro tanto el peso propio del pretil como las acciones que pueda transmitir a aquél en caso de choque.

El anclaje del pretil al tablero o muro:

- Será fácilmente sustituible en caso de choque.
- Presentará una resistencia límite no superior a la del elemento a la que se sujete, pues de lo contrario un choque averiaría a éste.

3.4 LECHOS DE FRENADO

En tramos existentes con rasante descendente inclinada y prolongada, el establecimiento de un lecho de frenado se basará en la estadística de accidentes causados por vehículos que hayan perdido el control por avería en los frenos.

En tramos de nueva construcción donde sea inevitable la presencia de rasantes descendentes inclinadas y prolongadas, y los daños causados por vehículos que puedan perder el control por avería en los frenos se consideren graves, el establecimiento de lechos de frenado formará parte integrante del diseño de esos tramos. A título orientativo, si la inclinación media i (%) de la rasante descendente es superior al 5 %, se considerará justificado disponer un lecho de frenado si el producto del cuadrado de i por la longitud del tramo descendente (expresada en km) resulta superior a 60.

En todo caso, si después de la pendiente hubiera una rampa de suficiente longitud o inclinación, antes de llegar a una curva, se podrá justificar no disponer un lecho de frenado.

Sólo se dispondrán lechos de frenado de anchura reducida, para acoger a medio vehículo, donde no haya espacio para disponerlos de anchura completa.

4 DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

4.1 DISPOSICIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

4.1.1 Posición longitudinal.

4.1.1.1 Generalidades.

Las barreras de seguridad y pretiles se situarán generalmente paralelas al eje de la carretera (aunque en curvas se puedan adoptar otras disposiciones para reducir el ángulo de choque), de forma que intercepten la trayectoria de vehículos fuera de control que, de no existir aquéllas, llegarían a zonas peligrosas u obstáculos o, en el caso de pretiles, al borde del tablero o estructura.

4.1.1.2 Anticipación del comienzo.

Salvo justificación en contrario, una barrera de seguridad paralela a la carretera o un pretil se iniciará (sin contar la longitud de anclaje) antes de la sección en que empieza la zona, obstáculo o borde de tablero, a una distancia L_r , dada por la tabla 3.

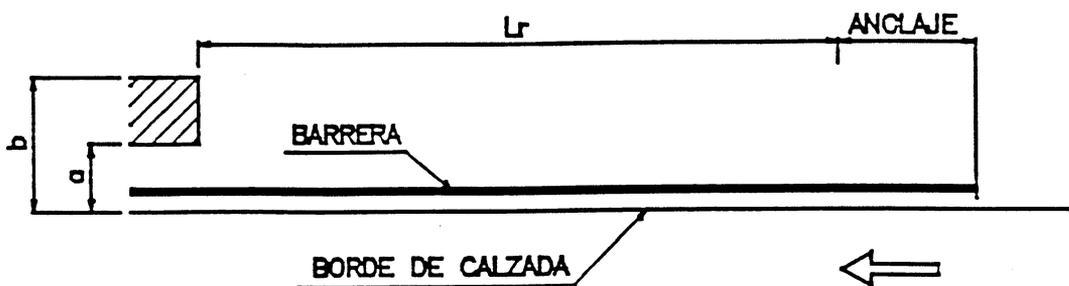


TABLA 3

DISTANCIA TRANSVERSAL A LA ZONA PELIGROSA U OBSTACULO	DISTANCIA MINIMA L_r (m) DEL COMIENZO DE LA BARRERA A LA SECCION EN QUE RESULTA ESTRICTAMENTE NECESARIA		
	CALZADA UNICA	CALZADAS SEPARADAS	
a < 2 m	100	140	
b	De 2 á 4 m	64	84
	De 4 á 6 m	72	92
	> 6 m	80	100

Si el principio de la barrera de seguridad forma un ángulo (a razón de 20 m de longitud por cada metro de separación transversal) con el borde de la carretera, se podrá reducir á 8 m el tramo paralelo a éste antes de la sección en que empieza la zona, obstáculo o borde de tablero. La longitud L_r mínima (sin incluir el anclaje) del tramo que forma ángulo está dada por la tabla 4.

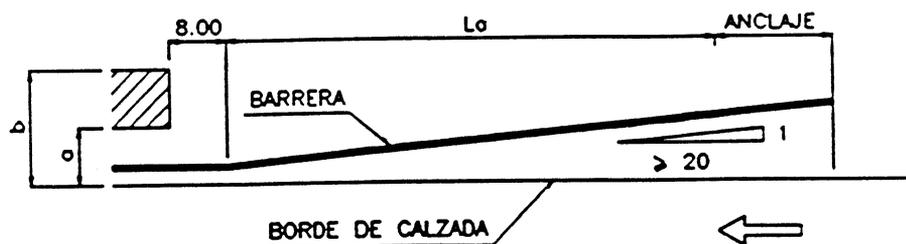


TABLA 4

DISTANCIA MAXIMA (b) A LA ZONA PELIGROSA U OBSTACULO	LONGITUD MINIMA L_m (m) DEL TRAMO EN ANGULO	
	CALZADA UNICA	CALZADAS SEPARADAS
≤ 4 m	36	40
De 4 á 6 m	44	52
> 6 m	52	60

Antes de un poste SOS, de un báculo aislado de iluminación o del soporte de un pórtico o de una banderola de señalización, la longitud L_m mínima de una barrera metálica de seguridad paralela a la carretera está dada por la tabla 5.

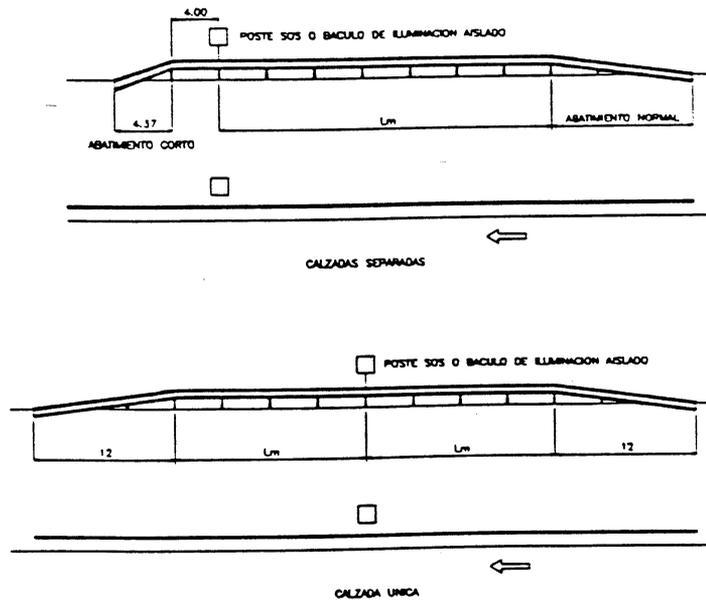


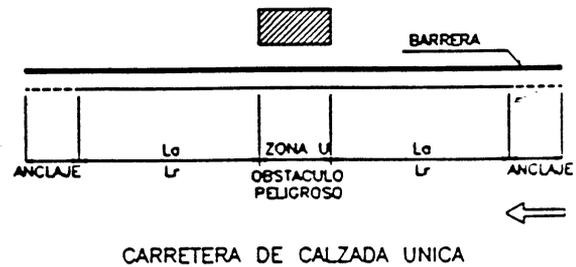
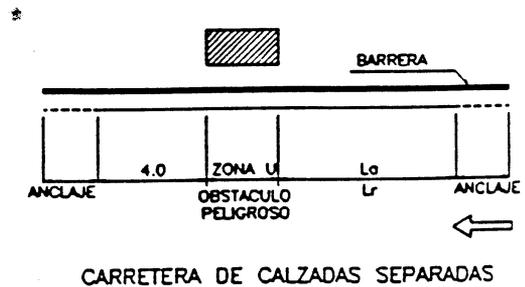
TABLA 5

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	LONGITUD MINIMA L_m (m)
≤ 70	28
70 á 100	48
> 100	60

4.1.1.3 Retraso de la terminación.

Más allá (en el sentido de recorrido del vehículo) de la sección en que termina la zona peligrosa, obstáculo o borde de tablero, se prolongará la barrera de seguridad:

- En carreteras de calzadas separadas, un mínimo de 4 m, paralelamente a la carretera.
- En carreteras de calzada única, el retraso de la terminación de la barrera para un sentido de circulación, será igual a la anticipación de su comienzo para el sentido contrario (apado. 4.1.1.2).



4.1.1.4 Continuidad.

Si entre los elementos extremos de dos sistemas consecutivos de contención de vehículos quedaran menos de 50 m, se unirán en un solo sistema continuo, excepto donde esté justificada una interrupción en el sistema de contención de vehículos (p.e. por la existencia de un acceso).

4.1.2 Posición transversal.

A efectos de esta O.C., se entiende por zona o terreno plano aquel con inclinación transversal no superior a 1/5, y cambios de inclinación suavizados a razón de 10 cm por cada 1% de variación en dicha inclinación.

4.1.2.1 Barreras de seguridad.

a) Distancias al borde de calzada

Las barreras de seguridad paralelas a la carretera no se colocarán en el arcén, ni a menos de 0,50 m del borde de la calzada. Se recomienda colocarlas lo más lejos posible del borde de la calzada, sin rebasar las distancias máximas dadas por la tabla 6. La zona comprendida entre el arcén y la barrera deberá ser plana, y afirmada y estar desprovista de obstáculos y, en caso de refuerzo, se reacondicionará para evitar desniveles que encarrilen las ruedas de un vehículo.

TABLA 6

MAXIMA DISTANCIA (m)
ENTRE EL BORDE DE LA CALZADA
Y UNA BARRERA DE SEGURIDAD PARALELA A ELLA

NUMERO DE CARRILES	VELOCIDAD DE RECORRIDO V_{85} (km/h)						
	50	60	70	85	100	120	140
1	1,5	2,8	4,5	7,5	11,0	16,8	23,3
2	0,5	0,5	1,0	4,0	7,5	13,3	19,8
3	0,5	0,5	0,5	0,5	4,0	9,8	16,3
4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,3	12,8

b) Distancias a obstáculos o desniveles

La gama de distancias admisibles entre la barrera de seguridad y un obstáculo o desnivel está dada por la tabla 7 en función de su tipo, para permitir su deformación. En dicha distancia o anchura, el terreno también deberá ser plano y estar desprovisto de obstáculos.

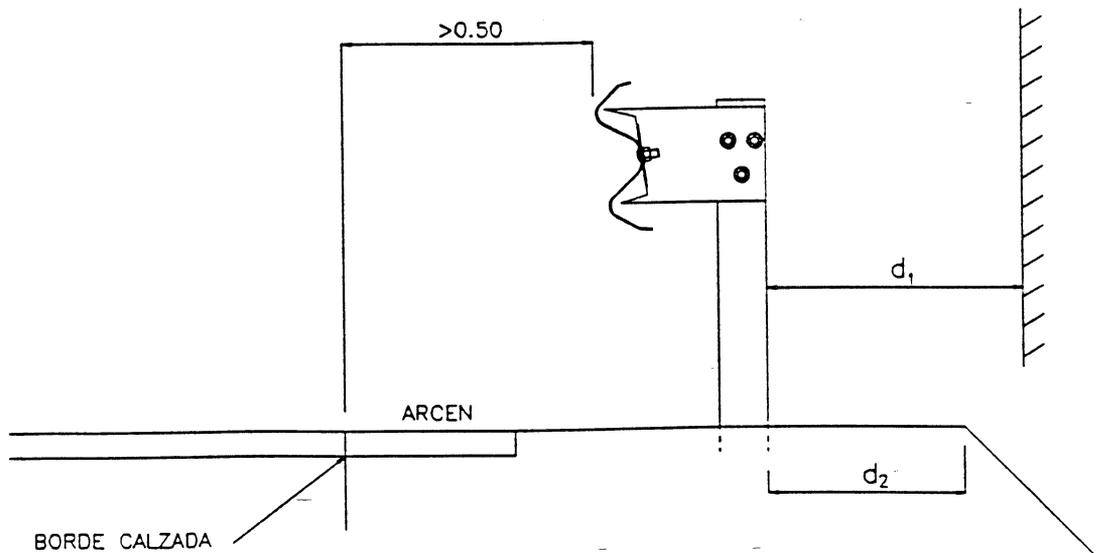


TABLA 7

**GAMA DE DISTANCIAS TRANSVERSALES
DE LOS DISTINTOS MODELOS DE BARRERA DE SEGURIDAD
A UN OBSTACULO O DESNIVEL**

DESIGNACION	DISTANCIA ¹ (m) ENTRE LA PARTE POSTERIOR DE LA BARRERA Y	
	UN OBSTACULO d ₁	UN DESNIVEL ² d ₂
BARRERAS METALICAS		
BM*RA4/100	> 2,50	> 1,80
BM*RA2/100	> 1,80	> 1,50
BM*A4/100	> 1,80	> 1,25
BM*NA2/100	1,00 á 1,80	0,75 á 1,25
BM*NB2/120	> 0,75	> 0,50
BM*NA2/120	0,75 á 1,00	0,50 á 0,75
BM*NC/120 ³	0,50 á 0,75	0,25 á 0,50
BM*ND/120 ³	0,25 á 0,50	0,10 á 0,25
BARRERAS DE HORMIGON		
BH***0/0 BH***6/0 PH**/1-*	> 0,05	
BH***(<6)/0	> 0,25	

¹ Si la velocidad de impacto se presumiera pequeña, se podrán justificar reducciones en las distancias indicadas en la tabla.

² Se entenderá por desnivel, a efectos de la presente tabla, toda arista de talud cuya inclinación sea superior á 1/3 y cuya altura sea superior á 3 m.

³ Se empleará este dispositivo donde el obstáculo a proteger pueda producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma (pilas de pasos superiores, pórticos y banderolas de señalización), aunque la distancia al obstáculo sea superior á 1,8 m.

c) En medianas

Si la mediana es plana, las barreras de seguridad se colocarán simétricamente respecto de los bordes de los arcenes interiores; excepto en el caso de que la mediana sea muy ancha y se rebasen las distancias de la tabla 6, se dispondrá una barrera doble en el centro de la mediana, cuyo modelo se elegirá conforme a la tabla 8.

TABLA 8

MODELOS DE BARRERA DOBLE DE SEGURIDAD
A EMPLEAR EN MEDIANAS

DISTANCIA (m) ENTRE BORDES DE CALZADA	DESIGNACION
< 1,5	BHD**/0 ¹ BHD**6 BMDR*2/* ²
1,5 á 3,0	BMDN*2/* ¹ 2xBMSN*2/* BHD ¹ BHD**2 ² 2xBHS + jardinera
3,0 á 6,0	BMDN 2xBMSN ¹ BHD 2xBHD + jardinera 2xBHS + jardinera ¹
> 6,0	BMDN 2xBMSN ¹ BHD 2xBHS

En medianas no planas, las barreras de seguridad se dispondrán igual que en los márgenes de la carretera, atendiendo a las circunstancias de cada sección transversal. (Ver disposiciones en catálogo).

¹ Recomendada, salvo condicionantes de accidentalidad (apartado 3.2.1)

² Sólo con $V_{85} < 50$ km/h

4.1.2.2 Pretil.

Los pretils se dispondrán:

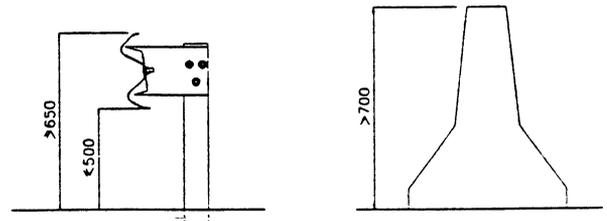
- Donde no haya aceras, en el borde del tablero.
- Donde haya aceras, entre éstas y la parte de la plataforma reservada a la circulación rodada.

4.1.3 Posición en altura.

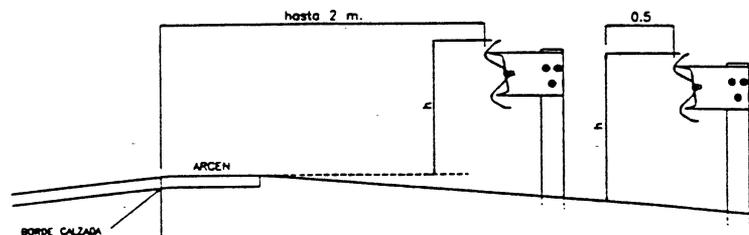
La altura de la parte superior de una barrera de seguridad metálica tipo BM**A será de 70 cm, con una tolerancia de 5 cm en más y 0 cm en menos; para barreras de hormigón será igual o mayor que 80 cm, con una tolerancia de 3 cm en más y 2 cm en menos sobre la altura especificada en el catálogo.

Para los pretils y para las barreras de alta contención, será la consignada en las correspondientes fichas del Catálogo (Anexo #3).

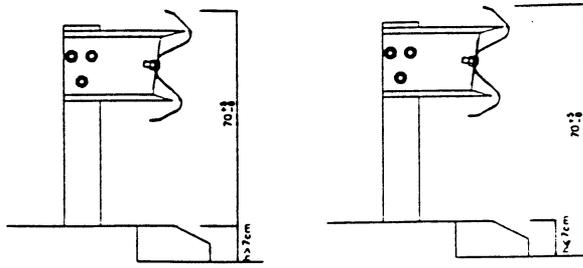
Se recrecerán las barreras de seguridad cuya parte superior tenga una altura inferior a 65 cm en las metálicas, o a 70 cm en la de hormigón. La altura libre por debajo de la valla inferior de una barrera metálica de seguridad o pretil metálico no podrá ser superior a 50 cm.



Si la distancia de la barrera de seguridad o pretil al borde de la calzada no excede de 2 m, la altura de su parte superior la define un plano paralelo a la superficie del arcén y que pasa por el extremo superior de la barrera o pretil; en los demás casos se referirá al terreno, tablero o acera en que esté implantado, a 0,5 m de la cara delantera de la barrera de seguridad o pretil.



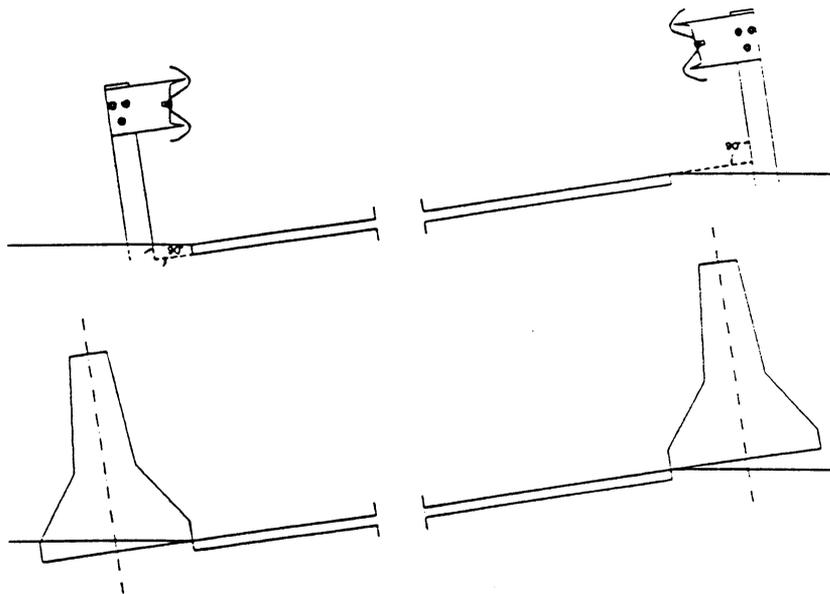
Donde delante de una barrera de seguridad o pretil haya bordillos (disposición no recomendada) de altura superior a 7 cm, los límites mencionados se incrementarán en la altura de dichos bordillos.



PRESENCIA DE BORDILLOS

4.1.4 Inclinación.

Donde el peralte sea apreciable, se cuidará especialmente la inclinación de la barrera de seguridad o pretil respecto de la plataforma adyacente, de forma que resulte perpendicular a ésta.

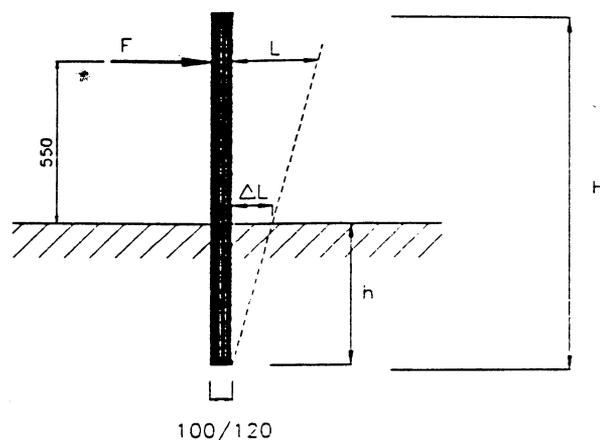


4.1.5 Cimentación.

4.1.5.1 Barreras de seguridad metálicas.

Los postes se cimentarán por hincas en el terreno, salvo que la hincas resulte imposible por la dureza de éste, o que su resistencia sea insuficiente. Para distinguir este último caso, antes de colocar la barrera se realizará un ensayo "in situ" sobre un poste hincado aislado, consistente en aplicarle una fuerza paralela al terreno, normal

a la dirección de la circulación adyacente, dirigida hacia el exterior de la carretera, y cuyo punto de aplicación esté a 55 cm por encima del nivel del terreno, y medir el desplazamiento de dicho punto de aplicación y de la sección del poste a nivel del terreno. Esta fuerza se irá incrementando hasta que el desplazamiento del punto de aplicación alcance 45 cm.



Longitud de hincada h | > 800 para $H=1500$
 ≥ 1300 para $H=2000$

Se considerará que la resistencia del terreno es adecuada si se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- La fuerza que produce un desplazamiento de su punto de aplicación igual a 25 cm es superior a 8 kN.
- Para un desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza igual a 45 cm, el desplazamiento del poste a nivel del terreno es inferior a 15 cm.

En terrenos de escasa resistencia, se cajeará a lo largo de la línea de cimentación de los postes, en una anchura de 50 cm y una profundidad de 15 cm; y dicho cajeo se rellenará con hormigón **H150**, disponiendo previamente una armadura de 4 Φ 12, con cercos Φ 8 cada 50 cm. Se dejarán cajetines cuadrados, de 20 cm de lado, en el centro de la viga armada así formada, para hincar los postes a través de ellos. Se dispondrán juntas transversales de hormigonado a intervalos de 12 m, en correspondencia con un cuarto de una valla. Los cajetines se rellenarán de arena con una capa superior impermeabilizante.

En terrenos duros no aptos para la hincada, el poste se alojará en un taladro de diámetro adecuado al poste (120 mm para C100) y 450 mm de profundidad mínima. Este taladro podrá ser obtenido por perforación en macizos pétreos, o moldeando un tubo en un macizo cúbico de hormigón **H250**, de 50 cm de lado, en los demás casos. El poste se ajustará con cuñas y los huecos se rellenarán con arena con una capa superior impermeabilizante, pero en ningún caso se rellenará el taladro con hormigón.

4.1.5.2 Barreras de seguridad de hormigón.

Se apoyarán sobre el firme previsto o en su defecto sobre una capa de 20 cm de hormigón magro, zahorra artificial o natural o sobre una capa estabilizada "in situ".

4.1.5.3 Pretiles metálicos.

Si la estructura que sustenta el pretil tiene dimensiones verticales y resistencia suficientes¹, se podrán alojar los postes en taladros (perforados o moldeados) de diámetro adecuado al poste (120 mm para C100) y 450 mm de profundidad mínima, ajustándolos con cuñas y rellenos de arena, sin rellenar el taladro de hormigón en ningún caso.

En caso contrario², los postes tendrán un pie formado por una pletina soldada, provista de cuatro taladros. El pie se sujetará, mediante cuatro tuercas M16, a cuatro espárragos verticales M16, provistos de anclajes para tracción de 22 kN con taladros de 200 mm de longitud mínima. Los anclajes serán solidarios de la estructura, bien por haber sido colocados al hormigonarla, bien porque se hayan perforado en ella taladros y se hayan fijado con un adhesivo o por expansión.

Si la estructura³ no tiene suficiente resistencia, se dispondrá sobre ella una viga corrida de hormigón H250, de sección 50 cm x 50 cm y armada con 8 Φ 12, con cercos Φ 8 cada 20 cm, para alojar los anclajes del mismo modo que en el párrafo anterior.

4.1.5.4 Pretiles de hormigón.

Se anclarán a las estructuras, muro o tablero, teniendo en cuenta lo dispuesto en el apartado 3.3. Si la estructura no tiene suficiente resistencia se dispondrá como viga o losa corrida de hormigón armado. (Ver disposiciones en el Catálogo Anexo #3)

4.1.6 Extremos.

4.1.6.1 Generalidades.

Los extremos de una barrera de seguridad o pretil no constituirán un peligro para los vehículos que choquen con ellos; en caso contrario, se protegerán como un obstáculo aislado.

Asimismo, en ellos se dispondrán anclajes, para proporcionar la resistencia a tracción o flexión que necesita para cumplir su función.

¹ Por ejemplo, un muro de hormigón.

² Como suele ser el caso en tableros de obras de paso o puentes.

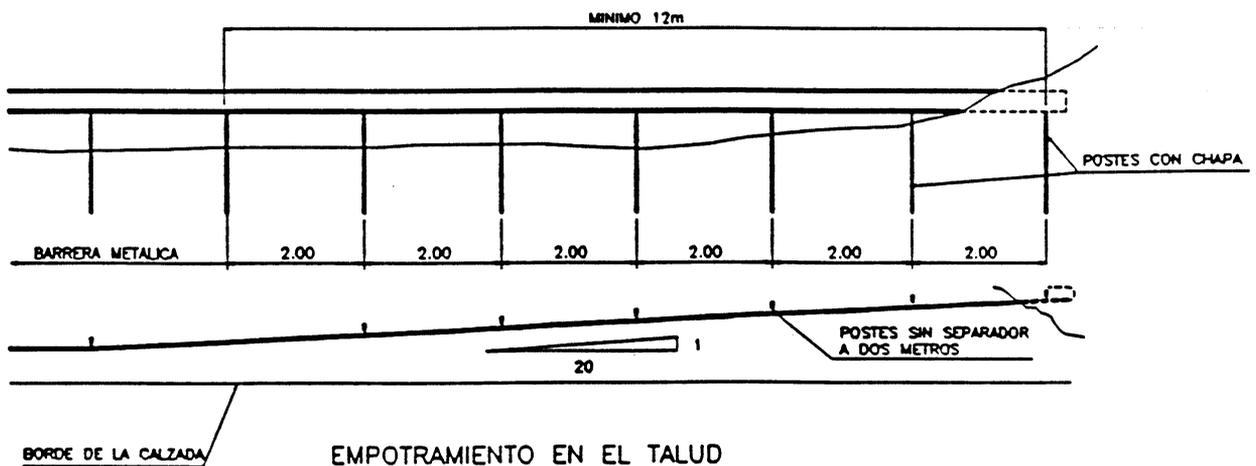
³ Por ejemplo, un muro de mampostería.

Salvo especial justificación en contrario, se adoptarán las disposiciones que se describen en los apartados siguientes.

4.1.6.2 Barreras o pretilles metálicas.

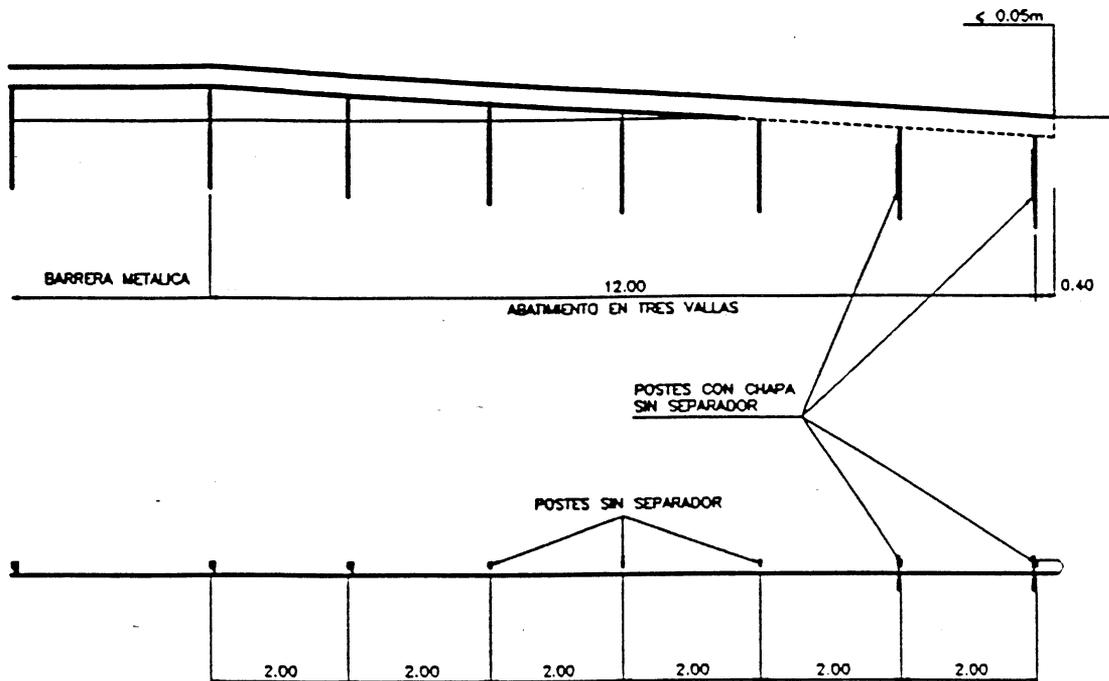
En el extremo frontal en carreteras de calzadas separadas, y en todos los extremos en carreteras de calzada única, se podrá elegir entre las disposiciones siguientes:

- a) El empotramiento del extremo de la barrera en el talud del desmonte. Esta disposición es la más recomendable, y se combina con el tramo en ángulo a que se refiere la tabla 4. La altura libre por debajo de la valla inferior, a su paso por la cuneta, no debe exceder de la máxima.

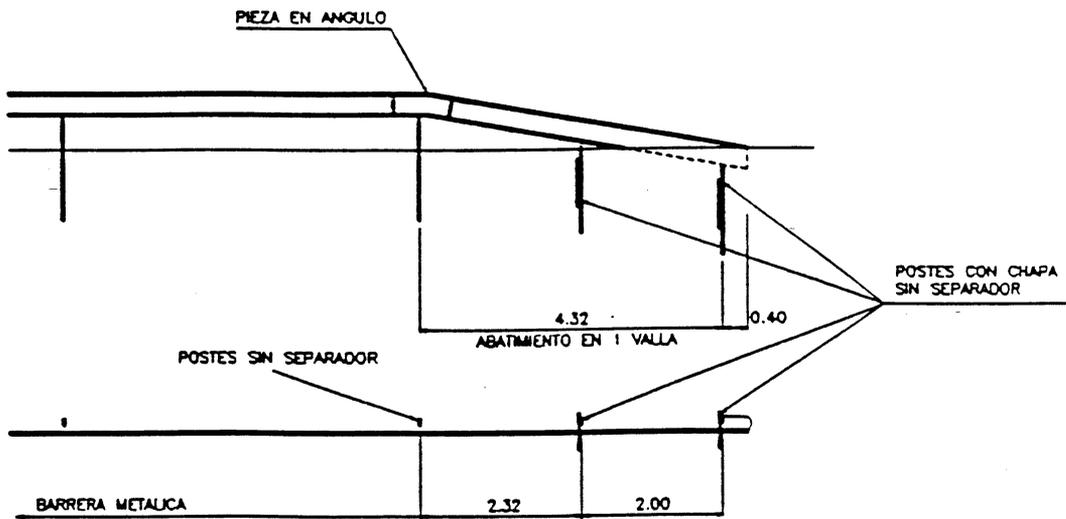


- b) El abatimiento hasta el terreno de los 12 m extremos de barrera o pretil. Las dos vallas extremas tendrán postes cada 2 m, los cinco postes más bajos no tendrán separador y los dos postes más bajos irán provistos de una chapa soldada que aumente su resistencia al arrastre a través del suelo.

En el extremo final en carreteras de calzadas separadas, se abatirán hasta el terreno los últimos 4 m de barrera o pretil, mediante una pieza especial en ángulo, con postes cada 2 m sin separador y con una chapa soldada embutida en el suelo.



ABATIMIENTO NORMAL



ABATIMIENTO CORTO

4.1.6.3 Barreras o pretilas de hormigón.

En el extremo frontal en carreteras de calzadas separadas, y en todos los extremos en carreteras de calzada única, se podrá elegir entre las disposiciones siguientes:

- a) El empotramiento del extremo de la barrera en el talud del desmonte. Esta disposición es la más recomendable, y se combina con el tramo en ángulo a que se refiere la tabla 4. La altura de la barrera, a su paso por la cuneta, no debe exceder de la máxima, y se debe prever el desagüe.
- b) El abatimiento hasta el terreno de los primeros 20 m de barrera.

En el extremo final en carreteras de calzadas separadas, se abatirán hasta el terreno los últimos 1,65 m de barrera o pretil.

4.1.7 Zonas especiales.

4.1.7.1 Accesos a puentes, viaductos, obras de paso o túneles.

Se cuidará la continuidad entre los pretiles de la estructura y las barreras de seguridad del margen de la carretera y, en su caso, de la mediana en los accesos a aquélla: su trazado será uniforme y, si tuvieran distinta rigidez, el cambio de una a otra será gradual, empleando las disposiciones sobre transiciones contempladas en el apartado 4.1.7.6. y en el Catálogo (Anexo #3).

Aunque el margen de la carretera no necesite "per se" una barrera de seguridad, se instalará una (con rigidez creciente y el anclaje necesario) entre aquél y el pretil, de manera que se evite que la trayectoria de un vehículo fuera de control pueda alcanzar el desnivel salvado por la estructura.

4.1.7.2 Vías de giro y ramales en nudos.

Se tendrá en cuenta que, en tramos de fuerte curvatura, el desarrollo de las fuerzas de contacto durante un choque con la barrera de seguridad puede resultar distinto que en una recta. En estos casos se considerará la posibilidad de suavizar taludes, eliminar obstáculos o disponer lechos de frenado.

4.1.7.3 "Narices" en salidas.

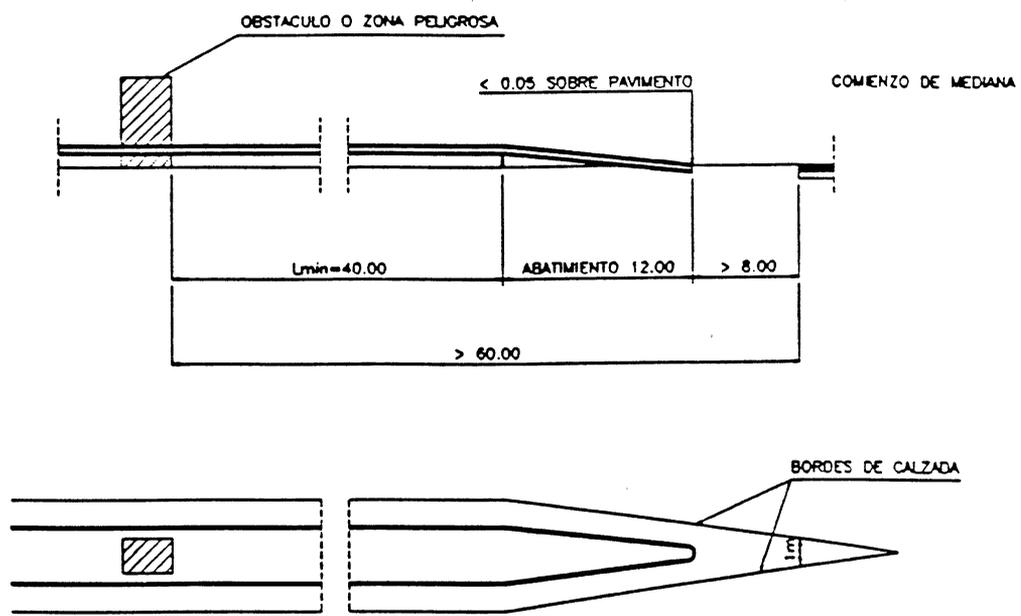
En la "nariz" asociada a una divergencia de salida o bifurcación de la calzada, se pueden producir situaciones peligrosas donde no se disponga de una zona plana y sin obstáculos de al menos 60 m a partir de la separación de calzadas. En estos casos, se recomienda instalar un amortiguador de impacto.

Se evitará unir en la "nariz" las barreras de seguridad correspondientes a los bordes interiores de las plataformas divergentes en ella¹, o abatir sus extremos frontales².

4.1.7.4 Comienzos de mediana.

En el paso de calzada única a calzadas separadas, el principio (sin contar el anclaje) de la barrera doble de seguridad en la mediana distará al menos 40 m del primer obstáculo situado en ésta; en caso contrario, se recomienda instalar un amortiguador de impacto.

Entre la sección donde la separación entre bordes interiores de calzadas sea de 1 m, y el extremo abatido de la barrera de seguridad, deberá haber al menos 8 m de distancia.



4.1.7.5 Interrupciones.

Donde sea necesario interrumpir una barrera de seguridad se adoptarán las disposiciones siguientes:

¹ Mediante piezas curvas que se convierten a su vez en un obstáculo, al no estar diseñadas para impactos frontales.

² Ya que un vehículo se podría subir a dichos extremos y rebasar la barrera.

- a) **Pasos en mediana:** se dispondrán barreras metálicas desmontables. Se proscribe el empleo de barreras curvas de pequeño radio.
- b) **Postes SOS, paradas de autobús, accesos peatonales:** se dispondrá un solape de la barrera de seguridad, con sus correspondientes anclajes, dejando un pasillo de una anchura mínima de 1 m.
- c) **Vías de giro en intersecciones o ramales en enlaces:** se continuará la barrera por el exterior de estas vías o ramales, según las circunstancias de sus bordes.

TABLA 9

PARA PASAR ¹ DE UNA BARRERA		A UNA BARRERA				
		BH*	BM*			
			2/120	2/100	4/100	RA2/100
BH*		-	Sólo anclaje			
BM*	2/120	Anclaje	-	Directo ²		
	2/100	BM*2/120 (12 m)	Directo	-	Directo ²	
	4/100	BM*2/100 (8 m) + BM*2/120 (8 m)	BM* 2/100 (12 m)	Directo	-	Directo ²
	RA2/100	BM*2/100 (8 m) + BM*2/120 (8 m)	BM*2/100 (12 m)	Directo	-	Directo ²
	RA4/100	BM*4/100 (8 m) + BM*2/100 (8 m) + BM*2/120 (8 m)	BM* 4/100 (8 m) + BM* 2/100 (8 m)	BM*4/100 (12 m)	Directo	-

¹ En el sentido de circulación considerado.

² En carreteras de calzada única, se considerará siempre la transición opuesta, i.e., de menor a mayor rigidez.

4.1.7.6 Transiciones.

Las transiciones entre distintos tipos de barrera de seguridad o pretil se atenderán a lo dispuesto en la tabla 9 y a las disposiciones del Catálogo (Anexo #3). Las barreras o pretilos metálicos se anclarán debidamente en los de hormigón.

4.1.7.7 Cambios de alineación.

Los cambios de alineación con relación al borde de la calzada se harán a razón de no menos de 20 m de longitud por cada metro de desplazamiento transversal. En carreteras de doble calzada el cambio de alineación hacia el exterior, y en casos excepcionales, se podrá justificar la reducción a 12 m por metro.

4.1.7.8 Peatones.

Donde sea previsible la circulación de peatones por detrás de la barrera o pretil, se preverá el sistema de contención o guía de aquellos para evitar los riesgos.

4.2 DISPOSICIÓN DE AMORTIGUADORES DE IMPACTO

Los amortiguadores de impacto se colocarán delante de los obstáculos a los que protegen, de manera que el choque se produzca lo más frontalmente posible.

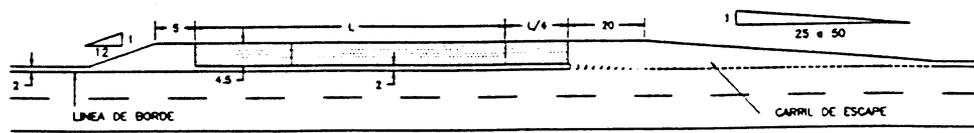
4.3 DISPOSICIÓN DE LECHOS DE FRENADO

4.3.1 Emplazamiento.

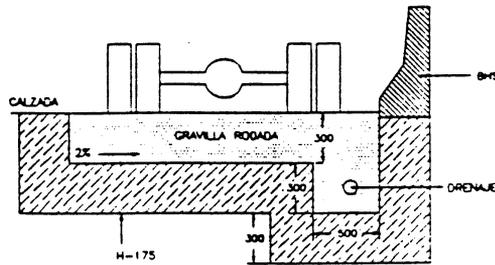
Una vez decidido su establecimiento, la localización de un lecho de frenado será objeto de un estudio especial, en el que se considerarán:

- Dónde se han producido los accidentes, en el caso de carreteras existentes. El comienzo del lecho de frenado se debe disponer a una cierta distancia cuesta arriba de la sección en que ocurren accidentes frecuentes.
- El trazado en planta. Se desaconseja la implantación de un lecho de frenado en lado exterior de una curva, o donde un vehículo pueda inadvertidamente entrar en él (sobre todo de noche).
- Las circunstancias del margen de la carretera, y especialmente su repercusión en las explanaciones necesarias.

Si el lecho de frenado se dispone adyacente a la plataforma, la separación mínima al borde de la calzada no será inferior á 2 m.

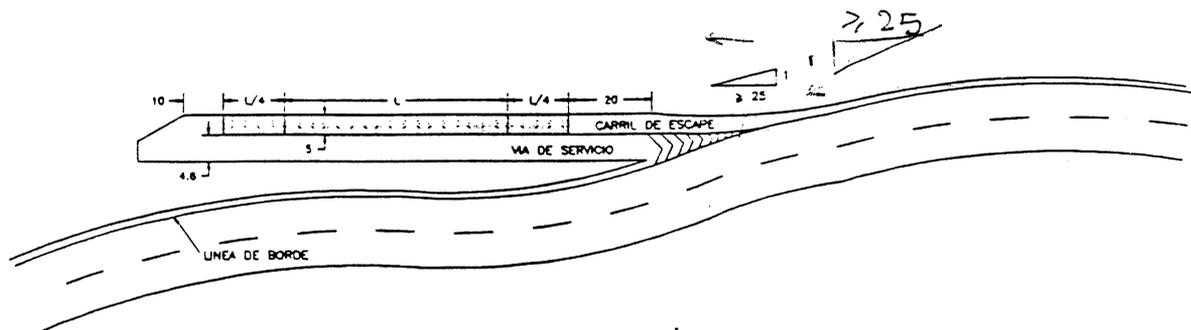


PLANTA



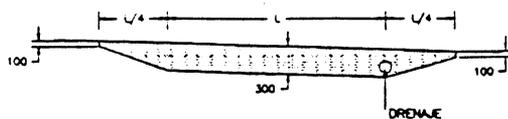
SECCION TRANSVERSAL

Si el lecho de frenado se dispone en una vía de servicio segregada de la calzada principal, se deberá cuidar especialmente la bifurcación entre ambas.



PLANTA

Cotas en metros



SECCION LONGITUDINAL

4.3.2 Longitud.

La distancia necesaria para detener a un vehículo articulado en un lecho de frenado de anchura completa (tabla 10) depende de la velocidad a la que entre en

él, la cual deberá ser estimada en función de la longitud e inclinación de la pendiente anterior al lecho.

TABLA 10

DISTANCIA NECESARIA (m) PARA DETENER
A UN VEHICULO ARTICULADO
EN UN LECHO DE FRENADO DE ANCHURA COMPLETA

VELOCIDAD DE ENTRADA AL LECHO (km/h)	DISTANCIA ¹ DE DETENCION (m)
50	23
60	32
70	44
85	66
100	90
120	130

Si el lecho de frenado es de media anchura, la distancia necesaria para detener al vehículo articulado se tomará igual al doble de la dada por la tabla 10 para un lecho de anchura completa.

En todo caso, la longitud del lecho de frenado será igual al 125 % de la distancia necesaria para detener al vehículo articulado.

4.3.3 Anchura.

La anchura del lecho de frenado, donde sea completa, estará comprendida entre 4 y 5 m. En lechos de media anchura, ésta no será inferior á 1,4 m.

4.3.4 Profundidad.

La profundidad del lecho de frenado estará comprendida entre 30 y 45 cm, aumentando progresivamente a medida que se avanza en el lecho.

¹ Esta distancia se aumentará en un 2 % por cada 1 % de pendiente descendente de la rasante.

4.3.5 Material de frenado.

El lecho de frenado se rellenará con gravilla rodada suelta de tamaño 5/10, disponiendo un sistema de drenaje profundo que recoja y evacue el agua infiltrada en aquélla.

4.3.6 Contención complementaria.

En el lado exterior del lecho de frenado se dispondrá una barrera de seguridad de hormigón, cuyo nivel de contención será el **M** si el accidente que pudiera sobrevenir, de no existir dicha barrera, fuera normal (tabla 2), o el **P** si fuera grave.

5 SITUACIÓN TRANSITORIA

A partir de los seis meses de la publicación de la presente Orden Circular, sólo se podrán emplear los sistemas de contención de vehículos que figuran en el Catálogo anejo a la misma:

- En proyectos que se remitan para su supervisión.
- En operaciones por conservación, a no ser que se trate de la mera reparación de sistemas preexistentes, en cuyo caso se podrá seguir empleando el tipo de éstos.

Durante el plazo de un año, contado a partir de la citada publicación, los fabricantes de sistemas de contención de vehículos que no estén incluidos en el Catálogo deberán presentar el informe técnico a que se refiere el apartado 2.2 de la presente Orden Circular.

Madrid, a 11 de febrero de 1992

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

José Javier Dombriz Lozano

**ANEXO #1 - CONSIDERACIONES SOBRE
SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS**

ANEXO #1 - CONSIDERACIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

1 TIPOS DE TRÁFICO

Las diferencias de tamaño y masa de los vehículos que circulan por carreteras con tráfico mixto producen con frecuencia exigencias contradictorias. Es difícil que un mismo sistema de contención acomode por igual a los distintos tipos de vehículo.

2 EXIGENCIAS FUNCIONALES

No es suficiente la comprobación de la **resistencia** estructural de un sistema de contención de vehículos frente a un choque, es preciso conocer también su funcionamiento, y especialmente el **comportamiento dinámico** de un vehículo al chocar con él. No todos los tipos de sistema de contención de vehículos¹ funcionan bien en caso de choque. Este comportamiento, del que dependen las solicitaciones a que se verán sometidos los ocupantes del vehículo, sólo se puede deducir con fiabilidad:

- De ensayos a escala real, muy costosos y, por tanto, de ámbito y difusión limitados.
- De modelos matemáticos de simulación de fenómenos extremadamente complejos y en los que intervienen muchas variables.

Todo sistema de contención de vehículos cumplirá los siguientes requisitos funcionales ante el choque de un vehículo con él:

- El vehículo no volcará ni antes ni después del choque.
- El habitáculo del vehículo no sufrirá deformaciones ni intrusiones.
- La detención o guía del vehículo no provocará lesiones graves a sus ocupantes.
- Si el vehículo vuelve a la calzada, no lo hará de modo que cree riesgos adicionales a otros usuarios de la carretera.

¹ Incluso algunos bastante difundidos.

- En el choque no se desgajarán partes ni piezas del sistema de contención de vehículos, que puedan quedar en la calzada.

También se tendrán en cuenta:

- La **deformabilidad** del sistema de contención de vehículos tras el choque. Si hay limitaciones de espacio disponible, debe ser menos deformable, pero las consecuencias del choque serán más graves.
- La **franqueabilidad** del sistema de contención por el vehículo que choque con él.
- La facilidad de montaje y desmontaje, especialmente en sistemas **provisionales** de contención de vehículos, generalmente prefabricados.
- La facilidad de **reparación** tras un choque.

3 COMPORTAMIENTO

El comportamiento estructural de un sistema de contención de vehículos debe identificar su estado límite con las condiciones más favorables para los ocupantes del vehículo, determinadas por la gravedad de las lesiones que éstos puedan sufrir, y que dependen de tres factores:

- Las fuerzas de contacto entre las diversas partes del cuerpo y el interior del vehículo.
- Las deceleraciones y las fuerzas de inercia y momentos asociados a aquéllas.
- La susceptibilidad individual a las lesiones.

Los dos primeros factores están relacionados de forma compleja con las deceleraciones del vehículo, con la deformabilidad de éste¹, y con el empleo de elementos de seguridad pasiva: cinturones de seguridad, bolsas de aire, etc. El tercer factor introduce una gran dispersión.

Resulta difícil valorar la gravedad de un choque considerando tan sólo las características cinemáticas del vehículo, con frecuencia las únicas medidas en los ensayos a escala real. No obstante, se han desarrollado algunos criterios empíricos aceptados casi generalmente, que definen umbrales de aceptación para diferentes parámetros, calculados a partir de las deceleraciones o velocidades lineales en ciertos puntos del vehículo, y establecidos por el estudio de la influencia directa de acciones violentas sobre el cuerpo humano (Cf. Anexo #2).

¹ Tanto interior como exterior.

4 DINÁMICA DEL CHOQUE

4.1 TRAYECTORIA FUERA DE CONTROL

4.1.1 En alineaciones rectas.

En alineaciones rectas, se puede admitir que un vehículo fuera de control sigue rodando, en una trayectoria en forma de clotoide, hasta el punto de impacto¹. Cuanto menor sea el parámetro de la clotoide, mayor será el rozamiento transversal solicitado entre terreno y vehículo. El caso más desfavorable corresponde a que, en el punto de impacto, el vehículo empiece a deslizar.

Se puede admitir que un vehículo fuera de control que siga rodando se aparta de su trayectoria original recta y paralela al eje de la carretera, a velocidad constante v (m/s), y girando la dirección de sus ruedas a una velocidad angular w (rad/s) también constante; por lo que su trayectoria será una clotoide en la que, aproximadamente,

$$\frac{\alpha^3}{y^2} = \frac{g * \omega}{2 * b * v}$$

siendo:

α (rad)	el ángulo de giro de la trayectoria.
y (m)	el apartamiento de la dirección recta original.
b (m)	la batalla del vehículo (distancia entre eje delantero y trasero).

Al recorrer esta clotoide, el radio de curvatura va disminuyendo progresivamente, y la fuerza centrífuga va aumentando; pero sin que el rozamiento transversal solicitado entre ruedas y terreno pueda rebasar el coeficiente de rozamiento propio f^2 , en cuyo caso el vehículo deslizaría y ya no se aumentarían al mismo ritmo ni el radio de curvatura ni el ángulo de giro.

¹ En el obstáculo o en la barrera.

² Del orden de 0,5.

Por lo tanto, el modelo descrito¹ deja de tener validez para el punto en que

$$2 * (v * \alpha)^2 = 3 * g * (f + i) * y$$

siendo:

g (m/s²) la aceleración de la gravedad.

i (m/m) la inclinación transversal del terreno.

La expresión anterior relaciona la velocidad con el ángulo de impacto en una barrera paralela al eje de la carretera, y con su distancia transversal a la trayectoria recta original. Expresando v en km/h, para $\alpha = 20^\circ$ se convierte en

$$y = \left(\frac{V}{28} \right)^2$$

La distancia máxima de la barrera al centro del carril para que, a una velocidad dada, el ángulo de choque no rebase 15° , está dada por la tabla A1.1.

TABLA A1.1

VELOCIDAD (km/h)	50	60	70	85	100	120	140
DISTANCIA MAXIMA DE LA BARRERA AL EJE DEL CARRIL (m)	3,19	4,59	6,25	9,22	12,76	18,57	25,00

4.1.2 En alineaciones curvas.

En alineaciones curvas, se puede admitir que el vehículo fuera de control sigue, deslizándose y no rodando, una trayectoria recta tangente a la original en la sección de pérdida del control.

¹ Que es el que proporciona, para un apartamiento y dado, el máximo ángulo α de giro.

4.2 VELOCIDAD DE IMPACTO

4.2.1 Generalidades.

La velocidad del choque contra un sistema de contención de vehículos depende de:

- La velocidad de recorrido¹ a partir de la cual se pierde el control.
- Si la trayectoria recorrida fuera de control se recorre rodando o deslizando sobre el suelo.

4.2.2 Vehículo rodante.

Si el vehículo fuera de control sigue rodando, se puede admitir que la velocidad se mantiene constante hasta el choque.

4.2.3 Vehículo deslizando.

Si el vehículo desliza sobre el suelo, se puede admitir que su movimiento es uniformemente decelerado, con un coeficiente de rozamiento igual á 0,5: con lo que la velocidad V (km/h) al cabo de recorrer una distancia d (m) está dada por la ecuación

$$V = \sqrt{V_{85}^2 - (125 + 2,5 * i) * d}$$

siendo i (%) la inclinación longitudinal media de la trayectoria.

¹ Como velocidad de recorrido representativa se toma la que es rebasada sólo por el 15 % de los vehículos en la sección considerada (V_{85}).

4.3 ANGULO DE IMPACTO

4.3.1 Generalidades.

El ángulo bajo el cual una barrera de seguridad intercepta las trayectorias de los vehículos fuera de control no debe ser superior al límite para el cual la barrera ha sido diseñada, ensayada y homologada, que es del orden de 15º para barreras de hormigón, y 25º para barreras metálicas.

Los vehículos veloces impactan con ángulos pequeños, pero la barrera de seguridad debe soportar ángulos de choque mayores con pequeñas velocidades.

4.3.2 Alineaciones rectas.

En alineaciones rectas se puede admitir que, si la distancia de una barrera de seguridad paralela a la carretera no es superior a la indicada por la tabla 6 de la Orden Circular, el ángulo de choque con ella no rebasará 20º.

4.3.3 Alineaciones curvas.

En alineaciones curvas el ángulo de choque con barreras de seguridad paralelas a la carretera resulta mayor, lo que puede aconsejar disponer la barrera de seguridad con otras configuraciones, de modo que el ángulo de choque no exceda del límite.

En vías de giro y ramales en nudos, al ser pequeño el radio de curvatura, suele resultar más conveniente la eliminación del obstáculo o desnivel que motivaría la colocación de la barrera.

5 DESCRIPCIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD

5.1 FUNCIONAMIENTO

Las barreras de seguridad están diseñadas para choques tangenciales. Además de las generales detallados en el apartado 1, deben cumplir las siguientes exigencias funcionales específicas:

- La trayectoria del vehículo se modificará con suavidad.

- La barrera mantendrá al menos una parte de su eficacia después del choque.

La guía visual que proporcionan las barreras de seguridad contribuye a reducir la accidentalidad; pero también pueden representar un impedimento para la visibilidad, o para el acceso de servicios de asistencia en caso de emergencia.

Las barreras de seguridad deben ser capaces de:

- **Detener** o anular la componente transversal del movimiento del vehículo, a través de las fuerzas desarrolladas en su contacto con él.
- **Guiar** o mantener su trayectoria tras el choque paralela a la barrera, sin que retorne a la calzada donde podría chocar con otros vehículos.

El movimiento transversal del vehículo tiene componentes translacionales y rotacionales (guiñada, vuelco). Las primeras pueden ser limitadas por la barrera de seguridad si el ángulo que ésta forma con ellas no excede de un cierto límite; mientras que las segundas son anuladas.

Las fuerzas necesarias para detener y guiar el vehículo proceden de la deformación, tanto del propio vehículo como de la barrera de seguridad, y del rozamiento con ésta y con el suelo. La deformabilidad de la barrera, junto con la rotación del vehículo al abandonarla, determina las condiciones finales: si es pequeña se producirán mayores deceleraciones del vehículo, fuerzas transversales mayores, y por tanto mayores daños.

5.2 DEFORMABILIDAD

Las barreras de seguridad se pueden clasificar en:

- Deformables**, o sea que se deforman durante el impacto del vehículo, pudiendo sufrir una deformación permanente. Estas barreras pueden determinar la posición y magnitud de las fuerzas de contacto. Detrás de esta clase de barreras hay que contar con espacio suficiente para su deformación sin que el vehículo que acompaña en ella a la barrera incurra en peligros adicionales¹. Pertenecen a esta clase las barreras metálicas, y las de hormigón prefabricadas no ancladas al cimiento.
- Rígidas**, proyectadas de manera que los desplazamientos que puedan sufrir en caso de impacto resulten despreciables. Estas barreras pueden determinar la posición, pero no la magnitud de las fuerzas de contacto, las cuales dependen de la deformación del vehí-

¹ Cf. tabla 7 de la Orden circular.

culo. Dependen más del rozamiento entre ellas y el vehículo, y entre éste y el terreno, que las deformables. Pertenecen a esta clase las barreras de hormigón ancladas a un cimiento.

El comportamiento de una barrera de seguridad deformable¹ no es igual que el de otra más rígida², la gravedad del choque es mayor para ésta³.

La barrera de seguridad ideal sería la que, al principio del choque con un vehículo, fuera más deformable que al final, aumentando progresivamente su rigidez y resistencia. Esto, además, le permitiría adaptarse bien a vehículos de masas diferentes.

5.3 FASES DEL CHOQUE CON UNA BARRERA DE SEGURIDAD

5.3.1 Fases.

En el choque entre un vehículo y una barrera de seguridad se pueden distinguir dos fases:

- 1ª **Contacto principal**, durante el cual el vehículo toca a la barrera, generalmente en un punto situado delante de su centro de gravedad, de forma tal que, además de impedir su movimiento transversal, le imprime una guiñada⁴ contrarrestada por el rozamiento entre barrera y vehículo y entre éste y el terreno.
- 2ª **Contacto secundario** (coletazo), en el que el vehículo golpea a la barrera en un punto situado detrás de su centro de gravedad, deteniendo total o parcialmente la guiñada. Este contacto secundario no siempre tiene lugar, y depende de las condiciones del contacto principal y del rozamiento, generalmente no se produce si el ángulo de choque es inferior a 15°.

Después del choque, el movimiento transversal del vehículo depende de la elasticidad de los contactos principal y, en su caso, secundario; la rotación residual es detenida normalmente por rozamiento en la suspensión y con el terreno. Por tanto, la dirección del movimiento después del choque depende de la elasticidad de éste y de las características superficiales del terreno en los alrededores de la barrera.

¹ Deformación transversal tras un choque con $I_1 = 40$ kJ, del orden de 1,5 m.

² Deformación transversal tras el choque del orden de 0,5 m.

³ ASI (Cf. Anexo #2) del orden de un 35 % mayor.

⁴ Giro alrededor del eje vertical.

5.3.2 Modelo.

A continuación se describe un modelo simplificado de la dinámica del contacto principal, en el que desprecia el rozamiento entre vehículo y suelo, y se supone que el centro de gravedad no varía aunque se dañe o deforme el vehículo.

El desplazamiento transversal y_t del centro de gravedad del vehículo tras el contacto principal es igual, en primera aproximación, a

$$y_t = A * \text{sen } \alpha - B * (1 - \text{cos } \alpha) + D$$

siendo:

- A la distancia desde el centro de gravedad del vehículo hasta su parte frontal.
- B la mitad de la anchura del vehículo.
- α el ángulo de choque.
- D la deformación transversal de la barrera.

Suponiendo una disminución lineal de la componente transversal de la velocidad de choque v hasta anularse, el tiempo t empleado en el desplazamiento y_t es

$$t = \frac{2 * y_t}{v * \text{sen } \alpha}$$

La aceleración transversal media a_t durante esta fase del choque es

$$a_t = \frac{v * \text{sen } \alpha}{t} = \frac{(v * \text{sen } \alpha)^2}{2 * y_t}$$

La fuerza transversal media F_t , ejercida sobre la barrera es igual a

$$F_t = \frac{I_s}{y_t}$$

siendo I_s el índice de gravedad del choque¹; mientras que la fuerza longitudinal media F_l ejercida sobre la barrera es igual a

$$F_l = \mu * F_t$$

siendo μ el coeficiente de rozamiento medio entre barrera y vehículo.

5.3.3 Índice de gravedad.

En barreras de seguridad, a la componente transversal de la energía cinética del vehículo se la denomina **índice de gravedad, I_s** :

$$I_s = \frac{m * (v * \sin \alpha)^2}{2}$$

siendo:

- m la masa del vehículo.
- v su velocidad.
- α el ángulo de impacto.

Esta energía se disipa en forma de calor, a través de la deformación del vehículo² y de la barrera, y del rozamiento entre ambos, o se transforma (p.ej. en energía de rotación).

¹ Apartado 4.3.3.

² Ruedas, frenos, suspensión y carrocería.

El índice de gravedad cuantifica la severidad del choque: si es inferior á 25 kJ, el choque se considera leve, y si es superior á 250 kJ, severo. Además, permite clasificar las barreras de seguridad en función del choque que son capaces de soportar.

5.4 FUERZAS TRANSMITIDAS A LOS CIMIENTOS

En las barreras de seguridad, la totalidad de las fuerzas generadas en el choque es transmitida a sus cimientos. Aunque su componente lateral sea del mismo orden de magnitud, la distribución entre puntos de apoyo difiere: las barreras de hormigón¹ reparten mejor² las fuerzas que las metálicas, que las concentran en postes aislados y, por tanto, dependen más de la interacción entre terreno y postes, lo que obliga a establecer un correcto anclaje de éstos. También es mayor la componente longitudinal producida³ por el rozamiento entre vehículo y barrera si ésta es de hormigón.

Las fuerzas verticales son también diferentes: al deformarse una barrera metálica de seguridad, sus postes pueden transmitir a los cimientos tracciones ascendentes, cuya magnitud depende del diseño; mientras que en una barrera de hormigón se producen compresiones sobre el cimiento, que éste debe resistir sin deformarse.

5.5 BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD

5.5.1 Generalidades.

A lo largo de muchos años se han desarrollado numerosos tipos de barrera metálica de seguridad, algunas de cuyas características se analizan a continuación. La mayoría de ellas tienen vallas de sección abierta, por lo que resultan más peligrosas para los ocupantes de vehículos de dos ruedas que las de sección cerrada como las de hormigón. Por el contrario, resulta más posible que en éstas prever dispositivos desmontables, que permitan a los vehículos de asistencia franquearlas en caso de emergencia.

Las barreras metálicas de seguridad constan generalmente de tres partes principales:

- Una serie continua de vallas longitudinales.

¹ Tanto si están ancladas a un cimiento como si la transmisión de fuerzas se hace por rozamiento.

² Siempre que el cimiento sea suficientemente resistente.

³ Y transmitida al cimiento.

- Unos postes que mantienen las vallas a cierta altura.
- Unos separadores entre unos y otras.

Las barreras metálicas de seguridad requieren mayor conservación que las de hormigón, y deben ser inspeccionadas con regularidad para comprobar si han sufrido daños, siquiera ligeros.

5.5.2 Funcionamiento.

Todas las partes principales de una barrera metálica de seguridad pueden, al menos en teoría, participar en la deformación: pero la cuantía de tal participación depende del diseño de la barrera. Sus funciones durante un choque se pueden describir así:

- La valla se encarga del contacto con el vehículo, y se deforma en dirección transversal y horizontal como consecuencia del choque. Debe ser suficientemente rígida para repartir la deformación en una longitud tal, que se distribuya la absorción de energía entre varios postes; y su forma debe contribuir a guiar el vehículo. Debe absorber también las tracciones longitudinales causadas por su deformación y por su rozamiento con el vehículo. La cantidad de energía absorbida por deformación plástica de la propia valla debe ser limitada, para que no se produzcan roturas ni colapsos localizados.
- Los separadores realizan varias funciones:
 - Sujetar adecuadamente la valla a los postes.
 - Mantener la distancia entre la valla y los postes para evitar el choque del vehículo con éstos.
 - Mantener constante la altura de la valla aunque se deforme el poste.
- Los postes también realizan varias funciones:
 - Mantener constante la altura de la valla.
 - Absorber energía, doblándose en sentido normal a la carretera.
 - Absorber las tracciones de la valla, sin desplazamientos excesivos.

En el caso excepcional de que los postes se anclen en terreno blando, hay que tener en cuenta que la resistencia lateral y vertical de éste puede ser insuficiente, lo que obliga a aumentar la longitud de hinca, o a complementarlos con un pie metálico o un cimiento de hormigón no solidario.

Las fuerzas longitudinales que, durante un choque, actúan sobre la valla se transmiten por los separadores a los postes, originando en éstos esfuerzos de torsión. Si, como consecuencia, los postes se colapsan o giran sobre sí mismos en el terreno, disminuirá la distancia entre ellos y la valla, y la barrera funcionará como si no tuviera separadores.

Las barreras metálicas de seguridad presentan problemas ante un choque si:

- La superficie de contacto entre valla y vehículo disminuye por la deformación de aquélla.
- La valla no permanece a la altura adecuada durante el choque, favoreciendo el vuelco del vehículo o el franqueamiento de la barrera.
- La deformación no resulta progresiva.
- Los postes son alcanzados por el vehículo.

Por lo tanto, interesa que las partes principales de la barrera cumplan determinados requisitos:

- En cuanto a la valla:
 - Que sea lo más rígida posible.
 - Que su resistencia evite el franqueamiento de la barrera.
 - Que proteja a los postes aun cuando la barrera se deforme.
- En cuanto a los postes:
 - Que se deformen progresivamente durante el choque, absorbiendo energía cinética.
- En cuanto a los separadores:

- Que ayuden a la valla a permanecer a una altura adecuada aun cuando la barrera se deforme.
- Que ayuden a los postes a disipar la energía cinética del choque.
- En vallas dobles simétricas, que se consiga un funcionamiento en dos fases, sobre todo ante choques de vehículos pesados, al apoyarse una de las vallas sobre el suelo.

El diseño de las barreras metálicas de seguridad debe lograr que el choque sea lo menos elástico posible y que la energía absorbida no sea devuelta al vehículo, para evitar que éste rebote hacia la carretera y para mantenerlo en contacto con la barrera durante el mayor tiempo posible. Interesan, por tanto, rozamiento y deformaciones plásticas, no elásticas.

Es muy importante que ambos extremos de una barrera metálica de seguridad se **anclen** al terreno o a una barrera de hormigón, para resistir las elevadas tracciones longitudinales que se producen en caso de choque: no se debe omitir este requisito, sin el cual es probable un mal funcionamiento de la barrera. Por esta razón, todo tramo de barrera metálica debe tener una longitud mínima, que asegure su correcto funcionamiento.

La rigidez de una barrera metálica de seguridad se puede aumentar:

- Aumentando la rigidez o el número de vallas.
- Disminuyendo la distancia entre postes.
- Aumentando la rigidez de los postes.

5.5.3 Barreras metálicas simples de seguridad.

Las barreras metálicas simples sujetas a los postes mediante separadores se comportan bien frente a choques de coches con I_c hasta 120 kJ. La valla se plastifica si la distancia entre postes es del orden de 4 m, produciéndose una gran deformación transversal pero de corta longitud. Con vehículos más pesados y ángulos de choque hasta 15° , el comportamiento es aceptable hasta $I_c = 140$ kJ (camiones) ó 90 kJ (autobuses); si I_c aumenta á 350 kJ (camiones) ó 225 kJ (autobuses) se necesita aumentar la altura de la barrera á 90 cm, para evitar el vuelco del vehículo.

5.5.4 Barreras metálicas dobles de seguridad.

Se debe aumentar* la rigidez de las barreras metálicas dobles de seguridad conectando las vallas entre sí a intervalos regulares, además de su unión por los separadores que las sujetan a los postes. Esta disposición disminuye la torsión sobre los

postes debida a las fuerzas longitudinales, y favorece la contribución de las dos hileras de vallas en la absorción del impacto.

La permanencia de la valla delantera a la altura correcta depende, en parte, de la rigidez de la unión entre separador y poste. Al unirse oblicuamente¹ la valla al separador, de forma que el impacto inicial del vehículo se produce en su parte superior, el separador se verá sometido a una torsión hacia arriba. Cuando el poste se haya doblado suficientemente, también entrará en contacto con el vehículo la parte inferior de la valla. El movimiento ascendente de la valla delantera mantiene suficientemente alta la zona de contacto entre barrera y vehículo, con lo que es poco probable que aquélla sea empujada hacia abajo por el choque.

Al plastificarse y deformarse los postes transversalmente después de un choque importante la valla trasera llega a apoyarse en el terreno², manteniéndose la valla delantera durante más tiempo a la altura correcta, y protegiendo a los postes, y creando la trasera una resistencia adicional frente a deformaciones ulteriores. Después del choque, la barrera retiene una cierta capacidad de funcionamiento.

Los vehículos ligeros no suelen volcar, y los daños que producen a la barrera son pequeños. También es bueno el comportamiento con vehículos pesados y autobuses, con ángulos de choque hasta 20° y velocidades hasta 80 km/h: con valores superiores, la deformación transversal de la barrera es tan grande³, que el vehículo alcanza los postes. Existe el peligro de que la valla delantera se enganche en el para-choques o en la cabina, y no pueda subir: en este caso se rompe y el vehículo franquea la barrera.

5.6 BARRERAS DE SEGURIDAD DE HORMIGÓN

5.6.1 Generalidades.

Están formadas por piezas prismáticas de hormigón, con un perfil transversal especial.

Pueden ser simples (con perfil a una cara) o dobles (con perfil a dos caras); y se pueden construir prefabricadas⁴ u hormigonadas "in situ", generalmente mediante encofrados deslizantes. Se pueden emplear, en módulos prefabricados, para defensa de zonas de obra e instalaciones provisionales.

En túneles y desmontes en roca, el perfil se puede integrar en el paramento.

¹ Unos 8°.

² Siempre que la longitud de los separadores sea suficiente.

³ Del orden de 1,8 m.

⁴ Con longitud suficiente para evitar un mal acabado longitudinal.

Sobre las barreras de hormigón se pueden disponer fácilmente pantallas contra el deslumbramiento o el ruido, y báculos de iluminación. No es aconsejable, sin embargo, cimentar postes no colapsables sobre la barrera, ya que es bastante frecuente que el vehículo que choque se monte en ella; es mejor que los postes se alojen en huecos entre barreras adyacentes, cuya continuidad superficial se debe restituir mediante un manguito.

Se debe tener en cuenta el obstáculo que puede representar la barrera de hormigón para el drenaje superficial.

Las barreras de seguridad de hormigón requieren menos conservación que las metálicas, y sólo después de un choque importante es necesario repararlas.

5.6.2 Perfil.

La mayoría de los perfiles se desarrolló en los EE.UU. (New Jersey y Forma "F"); el perfil denominado "Tric-bloc" es originario de Suecia.

Estos perfiles tienen una altura de unos 80 cm, y empiezan por un bordillo vertical de baja altura (8 cm), seguido de un murete inclinado á 55° con la horizontal que, a su vez, desemboca en un muro casi vertical (84° con la horizontal). La altura del murete inclinado es de 18 cm para la Forma "F", y de 25 cm para el perfil New Jersey.

El perfil sueco es algo diferente: su paramento es curvo, el bordillo inicial es más alto (13 á 20 cm), y también lo es la barrera (97 cm).

5.6.3 Funcionamiento.

El funcionamiento de las barreras de seguridad de hormigón no se basa en que absorben energía por deformación, sino en que durante un choque su forma genera unas fuerzas transversales adecuadas en los contactos principal y secundario, y las transmite al vehículo a través de su suspensión. Dichas fuerzas se generan principalmente guiando a las ruedas de forma que giren en un plano algo inclinado transversalmente, más que por deformación de la carrocería. Esta inclinación produce también componentes verticales que hacen que el vehículo no sólo gire alrededor de su eje vertical (guiñada), sino también alrededor de sus ejes longitudinal (balanceo) y lateral (cabeceo).

La guía del vehículo se debe efectuar principalmente a través de las ruedas, evitando un contacto excesivo entre la barrera y la carrocería del vehículo, que produciría deceleraciones elevadas a sus ocupantes. Esto limita el ángulo de impacto que debe ser pequeño.

Este tipo de barrera depende más que la metálica del rozamiento entre ella y el vehículo, y entre éste y el terreno. Puesto que la barrera¹ no absorbe energía por deformación, los choques son bastante elásticos: virtualmente toda la energía cinética lateral antes del choque, que no haya sido convertida en rotacional, permanece después de él y ha de ser disipada por los amortiguadores, el rozamiento de los neumáticos y la deformación plástica de la suspensión. Con ángulos de impacto grandes, también puede haber contacto entre la barrera y la carrocería, y ésta puede absorber energía por deformación.

Al ser pequeña la deformación de las barreras de hormigón, se producen fuerzas transversales mayores, y por tanto mayores daños al vehículo que con barreras metálicas.

Las ruedas de un vehículo ligero no deben trepar a demasiada altura sobre la barrera, para evitar vuelcos. A este fin, puede ser interesante que el acabado de la barrera sea lo más liso posible.

El anclaje longitudinal de la barrera de hormigón resulta menos necesario que en las metálicas, pues las fuerzas longitudinales en caso de choque son pequeñas. En las prefabricadas se debe cuidar la continuidad resistente, estableciendo uniones adecuadas entre elementos adyacentes, cuyo comportamiento esté refrendado por ensayos.

5.6.4 Comportamiento.

Al parecer, sólo una tercera parte de los choques con una barrera de seguridad de hormigón da lugar a accidentes con víctimas o daños que queden registrados en las estadísticas: los vehículos implicados en choques leves suelen poder proseguir su camino.

La sección cerrada de las barreras de seguridad de hormigón resulta menos peligrosa para los ocupantes de vehículos de dos ruedas que la abierta de las metálicas.

A continuación se examina el comportamiento de los distintos tipos de perfil.

5.6.4.1 Perfil "New Jersey".

Con coches de peso superior á 1 t, si I, no rebasa 50 kJ y el ángulo de choque no rebasa 15º, el comportamiento es satisfactorio, con pocos daños al vehículo

¹ Y, en menor grado, la suspensión del vehículo, al menos en un primer momento.

02.

y ninguno a la barrera. El aumento del ángulo de choque á 25° produce un aumento de la gravedad del accidente y un vuelco casi seguro.

Con coches de peso inferior á 1 t, el comportamiento es algo menos bueno: á 100 km/h, la rueda delantera asciende por la cara inclinada hasta casi la coronación de la barrera, y el vuelco es más posible, aun para ángulos de choque tan pequeños como 10°. Se puede mejorar la situación disminuyendo el rozamiento entre rueda y barrera, haciendo más liso el acabado de ésta.

Con vehículos pesados, cuyo centro de gravedad está situado más alto que la coronación de la barrera, el sentido de la guiñada del vehículo es hacia la barrera¹. Para evitar que esto ayude al franqueamiento de la barrera, se debe aumentar su altura o disponer una baranda metálica sobre ella.

La gravedad de los accidentes es menor para los autobuses² que para los camiones; en los vehículos articulados se puede producir un quiebro entre el tractor y el semi-remolque. Sin embargo, ni siquiera con un valor de I_1 del orden de 230 kJ y un ángulo de choque de 20° la barrera es franqueada, y los daños a ella son moderados.

5.6.4.2 Perfil "Forma F".

La menor altura del murete inclinado á 55° con la horizontal reduce la ascensión de la rueda delantera y, por tanto, el peligro de vuelco, sobre todo para coches ligeros y ángulos pequeños, a costa de unas deceleraciones algo mayores. Esto lo hace preferible al perfil "New Jersey" para las condiciones del parque automovilístico español.

5.6.4.3 Perfil "Tric-bloc".

La forma curva del perfil favorece la ascensión de la rueda delantera del vehículo, hasta casi la coronación de la barrera; y el menor peso de sus elementos individuales lo hacen inadecuado para tráfico pesado. Esto hace que su empleo deba ser restringido en zonas con $V_{85} > 80$ Km/h y en las de accidentabilidad potencial excepcional o grave.

Se presentan problemas de conservación, pues la barrera se deforma tras un impacto.

¹ Mientras que con vehículos más bajos se aparta de ella.

² Con más carrocería deformable.

6 DESCRIPCIÓN DE LOS PRETILES

6.1 GENERALIDADES

Las consideraciones hechas para las barreras de seguridad en el apartado 4 anterior son válidas, en general, también para los pretiles, con las siguientes particularidades:

- Los pretiles no se pueden desplazar transversalmente en el terreno, sino están anclados a la estructura.
- El peligro que representa el franqueamiento del pretil es grave.
- La resistencia al colapso de la sujeción del pretil al tablero debe ser menor que la resistencia del tablero ante las fuerzas a éste transmitidas: de lo contrario, en un choque se dañaría el tablero.

6.2 PRETILES METÁLICOS

6.2.1 Normales.

Este tipo de pretil consta, por lo general, de los mismos elementos que las barreras metálicas de seguridad. Se pueden presentar problemas si los postes son muy rígidos, pues las deceleraciones causadas a los ocupantes del vehículo pueden resultar muy grandes. La deformación transversal ante un choque debe ser del orden de 20 a 30 cm.

A veces se conectan directamente las vallas a un muro o estribo, constituyéndose un pretil mixto.

Constan de una o dos vallas simples o dobles, sujetas a los postes mediante separadores.

Su funcionamiento depende principalmente de las vallas, aunque en choques importantes se absorbe algo de energía por los postes, que se doblan, rompen o sueltan con peligro de que el vehículo choque con ellos. Si las vallas tienen suficiente rigidez, las fuerzas se repartirán entre varios postes, y también se guiará al vehículo; de lo contrario, las vallas sufrirán una gran deformación plástica, y el vehículo chocará de frente con el siguiente poste, con gran probabilidad de graves daños para ambos.

Puesto que las fuerzas sobre los postes son grandes, éstos se deben sujetar adecuadamente: a la cara superior del tablero, a su canto, o frecuentemente a una acera. La última disposición no es aconsejable: las ruedas del vehículo contactan primero con el bordillo, lo que resulta en un par de vuelco que puede imprimir al vehículo un movimiento ascensional imprevisible y difícil de guiar. La presencia de bordi-

llos delante de la barrera aumenta considerablemente los daños a la suspensión del vehículo.

6.2.2 De alta contención.

En casos especiales en que se quiera garantizar la infranqueabilidad de una barrera aun para vehículos pesados¹, se emplean dispositivos muy robustos, con postes inclinados hacia la calzada, y vallas de gran altura contra el vuelco de vehículos con centro de gravedad alto. La deformación máxima de este tipo de barreras es del orden de 1,2 m, sin que el vehículo vuelque ni abandone el tablero.

Dado que este tipo de pretil podría resultar peligroso para vehículos ligeros, los ensayos de homologación deben incluir pruebas con vehículos de peso inferior á 1 t.

6.3 PRETILES DE HORMIGÓN

Son aplicables, en general, las mismas consideraciones hechas para las barreras de seguridad de hormigón.

En túneles y muros, el perfil se puede integrar en el paramento o hastial.

Su elevado peso debe ser considerado en el cálculo estructural. A veces se utiliza hormigón aligerado, de resistencia suficiente.

La transmisión de esfuerzos al tablero se puede hacer mediante anclajes dúctiles.

También se han desarrollado modelos de alta contención.

6.4 PRETILES MIXTOS

Algunos están formados por un pretil de hormigón coronado por una banda metálica sobre soportes también metálicos, con funciones resistentes y no simplemente decorativas.

¹ Hasta de 50 t, ángulos de choque de 30° y velocidades de 80 km/h (I, = 6 200 kJ).

7 DESCRIPCIÓN DE LOS AMORTIGUADORES DE IMPACTO

7.1 GENERALIDADES

Los amortiguadores de impacto se utilizan para proteger zonas u obstáculos peligrosos contra choques frontales, para los que las barreras de seguridad no resulten adecuadas. Ejemplos de estas situaciones son:

- "Narices" de divergencias o salidas.
- Obstáculos aislados en medianas o márgenes, donde no se puedan disponer barreras de seguridad de forma que el choque contra ellas se haga con un ángulo suficientemente pequeño.
- Obstáculos aislados temporales, como obras o actividades, especialmente movientes o itinerantes.

Su finalidad es la de atenuar las consecuencias del choque del vehículo, absorbiendo su energía cinética mediante la deformación del sistema.

Se han desarrollado numerosos tipos, especialmente en los EE.UU., generalmente amparados por patentes; muchos son complejos o caros. Se pueden dividir en dos clases: sistemas telescópicos y conjuntos de bidones u otros productos (p.e. neumáticos)

7.2 REQUISITOS FUNCIONALES ESPECÍFICOS

Los amortiguadores de impacto deben cumplir los siguientes requisitos funcionales específicos:

- Detener al vehículo dentro de la longitud del amortiguador, y sin que aquél quede en la calzada¹.
- Ante un choque lateral, funcionar igual que una barrera de seguridad.

¹ Lo que implica limitar la rotación y el rebote.

7.3 COMPORTAMIENTO

El comportamiento¹ es bastante satisfactorio para choques totalmente frontales, en los que la totalidad de la energía cinética del vehículo debe ser absorbida por el amortiguador. Si el choque se produce descentrado o bajo un cierto ángulo, el vehículo sufre una guiñada importante que lo puede devolver a la calzada.

7.4 SISTEMAS CON CAPACIDAD DE REDIRECCIONAMIENTO

Constan de dos series de paneles laterales verticales², provistos de travesaños montados sobre ruedas o patines. Entre los travesaños se dispone un material cuya deformación por aplastamiento absorba energía: poliestireno expandido, vejigas rellenas de agua, bidones o envases metálicos de desecho.

Este conjunto se sujeta a un cimiento situado en su parte posterior, y se instalan dispositivos que restringen su movimiento lateral. También se suele disponer una "nariz" que puede absorber algo de energía, y que se adapta a la parte frontal del vehículo para reducir la deformación de éste.

Si el choque contra el sistema es frontal, los paneles laterales se embuten telescópicamente unos en otros, y la energía cinética del vehículo se disipa aplastando el material situado entre los travesaños; si el choque es lateral, el vehículo es guiado por los paneles laterales, con una deformación pequeña³.

7.5 SISTEMAS SIN CAPACIDAD DE REDIRECCIONAMIENTO

Constan de un conjunto de bidones, generalmente de plástico, que se colocan sobre el suelo sin cimentar, en la misma disposición que los sistemas telescópicos pero sin paneles laterales. Están llenos de arena de forma que el centro de gravedad de dicho relleno esté aproximadamente a la misma altura que el del vehículo.

Al chocar un vehículo con el conjunto de bidones, éstos se rompen uno por uno y la inercia de la arena va amortiguando la energía cinética del vehículo: para que la deceleración resulte uniforme, los bidones delanteros⁴ contienen menos arena que los traseros.

¹ Mejor el de los conjuntos telescópicos que el de los bidones aislados.

² Con forma de V ó U en planta.

³ Gracias a la rigidez del conjunto.

⁴ Contra los que se choca a mayor velocidad.

**ANEXO #2 - MEDIDA DE LA SEVERIDAD
DE UN CHOQUE**

ANEXO #2 - MEDIDA DE LA SEVERIDAD DE UN CHOQUE

1 GENERALIDADES

En la evaluación de los resultados de un ensayo de choque se distingue habitualmente entre el **comportamiento en el choque**¹ y la **severidad del choque**². Esta evaluación tiene como objetivos:

- Medir el comportamiento del vehículo en el choque.
- Comparar las prestaciones de diferentes sistemas de contención de vehículos
- Determinar si el sistema considerado resulta aceptable para su empleo en carreteras.

Dentro de la evaluación del comportamiento en el choque se estudian la capacidad de contención del vehículo y la trayectoria seguida por el mismo durante el choque. También se consideran aquí las deformaciones y otros daños sufridos por el vehículo. El análisis se realiza a partir de filmaciones a alta velocidad tomadas durante el ensayo, y del estudio de los daños sufridos por el vehículo tras el choque.

Con el estudio de la severidad del choque se pretende estimar los posibles daños que podrían sufrir los ocupantes de un vehículo que chocara con un sistema de contención. Históricamente, este aspecto se ha considerado como algo secundario, debido a las dificultades que entraña esa estimación. Sin embargo, la necesidad de establecer de alguna manera la posibilidad de lesiones y de controlar las fuerzas que las provocan resulta patente.

En el estudio de barreras de seguridad rara vez se realizan medidas con maniqués³. En general, se miden algunas variables cinemáticas del propio vehículo. Para relacionar estas variables con los posibles daños en los ocupantes se emplean los resultados de diversos estudios estadísticos sobre accidentes con víctimas, e investigaciones médicas e ingenieriles.

¹ Impact Performance.

² Impact Severity.

³ Los estudios con maniqués instrumentados suelen limitarse a ensayos realizados por los fabricantes de vehículos, en los que se analiza con mayor detalle la seguridad ofrecida a los ocupantes.

Las variables con las que se ha intentado correlacionar los daños en los ocupantes han sido muy diversas:

- Deceleraciones, estimando la tolerancia del cuerpo humano a la deceleración.
- Variación de la aceleración.
- Duración de las deceleraciones.
- Velocidad del impacto.
- Transferencia de energía.

Actualmente se emplean principalmente tres índices: el Índice de Severidad de la Aceleración (ASI¹); la velocidad teórica de impacto de la cabeza (THIV²) y el modelo FSM³. El primero se ha empleado profusamente en los primeros años de investigación sobre sistemas de contención de vehículos, y se emplea en varios países europeos⁴; el segundo se viene empleando desde hace algunos años en el Reino Unido; el tercero se utiliza principalmente en los EE.UU. A continuación se describen brevemente sus características y las diferencias entre ellos. Para una información más detallada, se remite a la bibliografía al final del Anexo.

2 EL ÍNDICE DE SEVERIDAD DE LA ACELERACIÓN (ASI)

El ASI se define por el TTI⁵ en 1972 a partir de estudios realizados por la industria aeronáutica sobre los límites de deceleración tolerables y el tiempo máximo en que esos niveles se pueden mantener, de la siguiente manera:

¹ Acceleration Severity Index.

² Theoretical Head Impact Velocity.

³ Flail Space Model, propuesto en el Report nº 230 del National Cooperative Highway Research Program; TRB, 1981.

⁴ Francia, Italia, R.F.A., etc. Este índice se ha propuesto también en el borrador de norma CEN sobre ensayos de sistemas de contención de vehículos.

⁵ Texas Transportation Institute.

$$ASI = \sqrt{\left(\frac{G_{long}}{G_{XL}}\right)^2 + \left(\frac{G_{lat}}{G_{YL}}\right)^2 + \left(\frac{G_{vrt}}{G_{ZL}}\right)^2}$$

siendo:

- G_{long} = aceleración según el eje X
- G_{lat} = aceleración según el eje Y
- G_{vrt} = aceleración según el eje Z
- G_{XL} = aceleración límite según el eje X
- G_{YL} = aceleración límite según el eje Y
- G_{ZL} = aceleración límite según el eje Z

La aceleración límite se define como la mayor aceleración en el vehículo que un ocupante del mismo puede soportar sin sufrir lesiones graves o mortales. No existe unanimidad en cuanto al valor de estas aceleraciones. En la tabla A2.1 se consignan los valores adoptados en diferentes países:

TABLA A2.1

PAIS	G_{XL}	G_{YL}	G_{ZL}
EE.UU. ¹	5	3	-
²	10	5	-
³	25	15	-
FRANCIA ⁴	12	9	10
ITALIA ⁵	20	10	6
⁶	5	3	2

¹ NCHRP Report Nº 153. Valor deseable.

² NCHRP Report Nº 153. Valor máximo absoluto.

³ NCHRP Report Nº 115. Con cinturón de seguridad.

⁴ AFNOR NF P 98-410. Con cinturón de seguridad.

⁵ Catalogo Generale delle Barriere di Sicurezza; Roma, Ministero dei Lavori Pubblici, 1990. Valor con cinturón de seguridad.

⁶ Catalogo Generale delle Barriere di Sicurezza; Roma, Ministero dei Lavori Pubblici, 1990. Valor sin cinturón de seguridad.

Los valores de G_{long} , G_{lat} y G_{vert} se miden, según los ejes respectivos, en el centro de gravedad del vehículo. Para evitar las oscilaciones extremas medidas por los acelerómetros, se considera el valor medio registrado en un intervalo de 50 ms. En el cálculo del ASI se consideran los valores máximos obtenidos en cada eje en el mismo instante; si bien algunos investigadores toman los valores máximos, con independencia del momento en que se produzcan.

3 LA VELOCIDAD TEÓRICA DE IMPACTO DE LA CABEZA (THIV)

Este índice se ha desarrollado a partir de un estudio estadístico de accidentes en que los ocupantes sufrieron lesiones al golpearse con el parabrisas o el salpicadero del vehículo.

El modelo intenta reconstruir el movimiento de la cabeza del ocupante del vehículo en el impacto. Tomando la cabeza como punto de referencia, el valor del THIV se puede calcular de acuerdo con la expresión siguiente¹:

$$THIV = \sqrt{2ad}$$

siendo:

- a = deceleración media en el tiempo T
- d = distancia de la cabeza hasta el punto de impacto
- T = tiempo hasta que se produce el impacto

Por consiguiente, el cálculo del THIV obliga a conocer la deceleración del vehículo² y la distancia d.

El choque se supone inelástico, por lo que una vez producido el impacto se supone que la cabeza permanece unida al parabrisas y, por consiguiente, sufre las mismas deceleraciones que el vehículo.

Por tanto, el impacto en total consta de dos fases: en la primera, la cabeza se desplaza hacia el parabrisas y choca con él. En la segunda, la cabeza permanece unida al parabrisas. El impacto en total suele durar 1 s ó mas; el choque de la cabeza

¹ Se supone que el ocupante no emplea el cinturón de seguridad.

² No en su centro de gravedad, sino en la zona contra la que impactará la cabeza.

se produce unos 80 ms después de producirse el impacto del vehículo con el sistema de contención.

El empleo de este modelo en ensayo de barreras de seguridad y pretilas comienza a resultar de utilidad para el desarrollo de barreras de alta contención¹, en las que resulta fundamental comprobar que el choque de un vehículo ligero no entraña riesgos para sus ocupantes. Previamente se había empleado en pruebas de postes, báculos, etc., en las que la trayectoria seguida por la cabeza es frontal. Con barreras, en cambio, es necesario considerar dos grados de libertad (longitudinal y lateral), lo que complica el modelo².

Para comprobar la fiabilidad de este índice, se han realizado estudios con maniqués, comparando el THIV con algunos de los índices empleados para evaluar directamente los daños de los ocupantes³. Los resultados han sido muy satisfactorios, encontrándose buenas correlaciones tanto con barreras rígidas como deformables. Estos resultados avalan la capacidad del THIV para estimar la severidad del choque.

En la segunda fase (cabeza en contacto con el parabrisas), el modelo evalúa las deceleraciones máximas, comparándolas con unos valores considerados como límite. Se realiza previamente un filtrado de las deceleraciones para prescindir de las puntas de mayor frecuencia, producidas por vibraciones del chasis, de nula peligrosidad para los ocupantes.

Los valores límite adoptados en el Reino Unido son los siguientes:⁴

1ª fase

THIV..... 9 m/s

2ª fase

Filtro de datos..... 10 Hz

Deceleración máxima..... 20 unidades "g"

¹ En torno a 1983 en el Reino Unido.

² Véase TRRL Report 75 para una descripción detallada del modelo. El modelo no toma en consideración los movimientos verticales, ya que si la aceleración según este eje alcanzara valores críticos, debería producirse el vuelco del vehículo de impacto, lo que invalidaría el ensayo.

³ Principalmente el "Head Injury Criteria" (HIC) y el "Chest Severity Index" (CSI).

⁴ British Standard 6579, Part 0 (borrador).

4 INDICE DEL MODELO FSM (NCHRP REPORT 230)

Este modelo se introduce en 1981, tras un trabajo¹ en el que se revisan varios de los modelos entonces en uso. Distingue, al igual que el THIV, dos fases en el choque:

- Fase 1: el ocupante (sin restricción alguna) se ve desplazado hacia delante y choca con algún punto del habitáculo.
- Fase 2: el ocupante permanece en contacto con el habitáculo y sufre las mismas deceleraciones que el vehículo.

En la primera fase se considera que las lesiones que sufra el ocupante vendrán dadas por el cambio de velocidad que sufra la cabeza:

$$\Delta v = \int a dt$$

En la segunda fase, los daños dependerán de la fuerza que se aplique sobre la cabeza, es decir, de la deceleración a que se vea sometida.

El modelo no toma en consideración los movimientos verticales, ya que si la aceleración según este eje alcanzara valores críticos, debería producirse el vuelco del vehículo de impacto, lo que invalidaría el ensayo.

El NCHRP Report N° 230 propone los siguientes valores límite:

1ª fase

Inc. V_{long} 12 m/s

Inc. V_{lat} 9 m/s

2ª fase

Deceleración máxima..... 20 unidades "g"

¹ MICHIE, J.D.; "Collision Risk Assessment based on occupant flail-space" en TRB Record N° 796.

En la segunda fase, la aceleración se calcula como el valor medio en intervalos de 10 ms, y debe producirse inmediatamente antes o después del impacto de la cabeza contra el habitáculo¹.

5 TENDENCIAS ACTUALES

Los dos últimos modelos descritos presentan una gran similitud en cuanto a la modelización del impacto y a la consideración de las variables susceptibles de causar lesiones. De hecho, la diferencia entre ambos estriba únicamente en que el modelo FSM considera por separado la velocidad y la deceleración según cada eje (longitudinal y lateral), mientras que el THIV las une. Ambos modelos trabajan en dos dimensiones y suponen que el ocupante no tiene ninguna restricción².

Por su parte, el ASI emplea exclusivamente las deceleraciones a las que está sometido el vehículo- no el ocupante-, considerando además unos tiempos de aplicación de éstas elevados y empleando las deceleraciones medidas según los tres ejes.

Por consiguiente, el ASI es simplemente un indicador de los niveles de deceleración alcanzados en el vehículo, mientras que los otros modelos intentan profundizar en las causas que producen las lesiones. En este sentido, puede objetarse que la hipótesis de que el ocupante se mueva sin restricciones resulta demasiado desfavorable; sin embargo, conviene no olvidar que la pretensión de estos índices es simplemente la de permitir una comparación entre ensayos y determinar unos ciertos valores críticos que permitan aceptar o rechazar un sistema de contención de vehículos, y no la de determinar exactamente las lesiones que puedan sufrir los ocupantes.

Actualmente, el ASI es ampliamente utilizado, por su sencillez de cálculo, experiencia de empleo y por la escasa instrumentación³ que requiere. La mayoría de los países europeos lo emplean en sus pruebas, y la norma CEN actualmente en redacción lo recoge como índice de medida de la severidad del choque.

Los otros dos índices precisan el empleo de una instrumentación más abundante, pero ofrecen la ventaja de resultar más próximos al mecanismo que produce las lesiones. Por ello, es probable que la norma CEN actualmente en elaboración recomiende la medida del THIV como complemento del ASI.

Algunas investigaciones han intentado establecer correlaciones entre ambos índices. Aunque se han obtenido resultados prometedores, todavía es pronto para decir que pueda haber una equivalencia entre ambos. El cálculo de ambos índices en

¹ Por consiguiente, se obtendrán valores de la aceleración mayores que con el ASI, en el que la media se realiza tomando intervalos de 50 ms.

² Es decir, no dispone de cinturón de seguridad.

³ Tres acelerómetros (o uno triaxil) en el centro de gravedad del vehículo.

los ensayos de impacto permitirá en el futuro establecer el tipo de relación que puede existir entre ambos.

6 BIBLIOGRAFÍA

- 1 ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR); Projet de Norme Française N.F. P 98-410; Barrières de Sécurité Routières. Critères de performances, de classification et de qualification; París, AFNOR, 1990.
- 2 BRITISH STANDARDS INSTITUTION; Draft B.S. 6579 Part 0; Draft British Standard for Safety Fences and Barriers for Highways. Part 0. Specification for Performance; Londres, B.S.I., 1991.
- 3 MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI; Catalogo Generale delle Barriere di Sicurezza; Roma, M.L.P., 1990.
- 4 LAKER, I.B.; "A Short Summary of Three Vehicle Impact Severity Measures"; Artículo no publicado, Marzo, 1991.
- 5 LAKER, I.B.; "Safety Fences and Bridge Parapets" en T.R.R.L. Research Report N° 75 (T.R.R.L. Papers for the 1986 T.R.B. Annual Meeting); Crowthorne, T.R.-R.L., 1986.
- 6 LAKER, I.B.; PAYNE, A.R.; "The Theoretical Head Impact Velocity Concept"; Workshop on International Harmonization of Testing and Evaluation Procedures for Roadside Safety Hardware; Washington D.C., T.R.B., 1991.
- 7 NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (N.C.H.-R.P.); Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Appurtenances; N.C.H.R.P. Report N° 230; Washington D.C., N.R.C., 1981.
- 8 MICHIE, J.D.; "Collision Risk Assessment Based on Occupant Flail- Space" en T.R.B. Record N° 796; Washington D.C., T.R.B., 1981.

**ANEXO #3 - CATÁLOGO DE SISTEMAS DE
CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS**

ANEXO #3 - CATÁLOGO DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

1 INTRODUCCIÓN

La gran variedad de sistemas de contención de vehículos existente, y el esfuerzo de experimentación realizado en muchos países en este campo, aconsejan la elaboración de un Catálogo de tipos de actualización sencilla, con el que se pretende ofrecer al ingeniero proyectista todo el abanico de soluciones disponibles para que, en función de las características concretas de cada sección de carretera (Cf. apartados 2.4 y 3 de la Orden circular) elija en cada caso la más adecuada.

La actualización periódica del Catálogo, mediante inclusión de nuevas fichas y modificación de las existentes, permite evitar su obsolescencia a la vez que ofrece la garantía de recoger en cada momento exclusivamente sistemas cuya eficacia haya sido comprobada experimentalmente y sancionada por la práctica.

Cualquier sistema de contención de vehículos que se pretenda incluir en el Catálogo deberá haber sido ensayado en conformidad con las normas europeas¹ o de la Administración de carreteras de los EE.UU.² Para ello, será necesario presentar un informe técnico a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, tal como se recoge en el apartado 3 del presente Anexo.

2 ESTRUCTURA Y EMPLEO DEL CATÁLOGO

2.1 ESTRUCTURA

El Catálogo consta de dos partes fundamentales:

- Una primera que establece sus objetivos, estructura y el procedimiento a seguir para su actualización.

¹ Norma CEN (a partir de 1992) o normas equivalentes de cada país de la CEE.

² NCHRP Report Nº 230; TRB 1981 (actualmente en revisión).

- Una segunda parte, formada por una serie de fichas que describen los diferentes sistemas admitidos. Esta parte será actualizada periódicamente.

2.2 CLASIFICACIÓN Y CONTENIDO DE LAS FICHAS

Las fichas se organizan en cuatro grupos:

- Grupo A:** Corresponden a barreras de seguridad a instalar en márgenes de la carretera.
- Grupo B:** Corresponden a barreras de seguridad concebidas para su empleo en medianas.
- Grupo C:** Corresponden a pretiles, es decir, sistemas de contención de vehículos a instalar en obras de paso y estructuras similares.
- Grupo D:** Otros sistemas de contención de vehículos. Se incluyen aquí otros sistemas de carácter singular.
- Grupo E:** Corresponde a amortiguadores de impacto.
- Grupo F:** Corresponde a lechos de frenado.
- Grupo O:** Corresponde a fichas de tipo general, sobre dimensiones de ciertos elementos, y que afectan a más de un dispositivo.

Dentro de cada grupo, las barreras de seguridad y pretiles se clasifican de acuerdo con los códigos que figuran en el apartado 2.3.3 de la Orden circular.

La primera ficha de cada sistema de contención de vehículos se denomina **ficha de definición**, y contiene las características básicas del dispositivo. La información contenida incluye:

- Las principales dimensiones del sistema.
- Las circunstancias en que se debe emplear.
- La capacidad de contención.
- El comportamiento del sistema ante el choque de diferentes tipos de vehículo (ligero, autobús y pesado).
- Las prescripciones aplicables a los materiales que forman el sistema.

- La fecha en que el sistema ha sido incluido en el Catálogo, y la fecha de la última revisión de la ficha.

El resto de las fichas contiene la descripción completa de los elementos que forman el sistema de contención de vehículos, y las reglas para su correcta implantación en diferentes circunstancias. En general, para evitar repeticiones, se remite a alguna ficha de otro sistema o modelo.

2.3 EMPLEO DEL CATÁLOGO

Para el empleo del Catálogo, se deben analizar previamente las características del tramo o zona en el que va a instalar el sistema de contención de vehículos, de acuerdo con los apartados 2.4 y 3 de la Orden circular.

Una vez definidas estas características, se podrán seleccionar dentro del conjunto de fichas las que, por sus condiciones de empleo y capacidad de contención, se ajusten a la situación planteada.

Caso de existir varias soluciones, la elección definitiva deberá tener en cuenta:

- El coste de cada sistema.
- Su facilidad de conservación.
- Los sistemas instalados en el resto del itinerario.

3 PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN DE UN SISTEMA EN EL CATÁLOGO

3.1 CRITERIOS GENERALES

La admisión de un sistema de contención de vehículos al Catálogo sólo se podrá realizar una vez que se haya comprobado suficientemente su correcto funcionamiento.

Las condiciones a cumplir para considerar que el funcionamiento es correcto se describen en los Anexos #1 y #2 a la Orden circular. Para asegurar que estas condiciones se cumplen, es necesario realizar:

- Cálculos con programas de simulación específicos¹.
- Ensayos de impacto a escala real.
- Seguimiento de tramos de carretera en los que el sistema de contención de vehículos se haya instalado con carácter provisional.

Por otra parte, entran también en consideración criterios de tipo económico para la admisión del sistema:

- Coste de fabricación e instalación.
- Costo de conservación y, sobre todo, necesidad de reposición del sistema en caso de choque.
- Existencia en el Catálogo de otros sistemas de características similares.

El procedimiento de admisión de un nuevo sistema, descrito en el apartado 3.2, responde a estos criterios. Por una parte, intenta garantizar que el nuevo sistema funciona correctamente y, por otra, que su inclusión responde a necesidades hasta entonces cubiertas sólo parcialmente, y que estas necesidades se cubren con costes razonables.

3.2 PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN

3.2.1 Esquema.

La admisión de un sistema de contención de vehículos al Catálogo se realizará de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- Presentación de un informe técnico-económico a la Dirección General de Carreteras.
- Admisión provisional.
- Instalación con carácter experimental.
- Admisión definitiva e inclusión del nuevo sistema en el Catálogo.

¹ Entre los más empleados actualmente están BARRIER VII y HVOSM, ambos de la Federal Highway Administration de los EE.UU.

3.2.2 Informe técnico-económico.

El contenido del informe técnico-económico será el siguiente:

- Descripción completa del nuevo sistema de contención de vehículos, incluyendo las condiciones de implantación del mismo, y zonas de empleo. Con propuesta de fichas técnicas, de acuerdo con los criterios y formatos del Catálogo.
- Novedades que presenta el sistema frente a otros similares del Catálogo.
- Resultados de una investigación realizada con programas de simulación del impacto por ordenador.
- Resultados de los ensayos de choque a escala real, incluyendo:
 - * Laboratorio que ha realizado las pruebas.
 - * Normativa a la que se ha ajustado el ensayo.
 - * Condiciones del impacto: tipo de vehículo, velocidad y ángulo, sistema de tracción empleado, e instrumentación utilizada.
 - * Resultados del ensayo, incluyendo: deceleraciones del vehículo, ASI, trayectoria del vehículo, deformación del sistema, etc.
- Clasificación propuesta para el sistema por su capacidad de contención (Apartado 2.3.2 de la Orden Circular).
- Estudio económico de los costes estimados de fabricación, instalación y conservación del sistema.
- Comportamiento esperado (de acuerdo con los ensayos) frente al impacto de un vehículo ligero, autobús y pesado en cuanto a: disipación de energía, deformabilidad, capacidad de redireccionamiento, franqueabilidad y conservación.

El informe se presentará a la Dirección General de Carreteras, quien decidirá sobre su admisión provisional, previo informe técnico del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

3.2.3 Instalación de prueba.

La realización de cálculos y ensayos a escala real no permite, en el estado actual, garantizar el correcto funcionamiento de un sistema de contención de vehículos. Por ello, antes de su inclusión en el Catálogo, se procederá a su instalación del mismo con carácter experimental en tramos seleccionados de la Red estatal de carreteras.

Los fabricantes del sistema propondrán a la Dirección General de Carreteras los tramos para la instalación del sistema de contención de vehículos, y ésta establecerá el programa de seguimiento de su comportamiento. Este programa, que se realizará por cuenta del fabricante, incluirá el estudio de:

- Las necesidades de conservación del sistema de contención de vehículos.
- El comportamiento del sistema de contención de vehículos en los accidentes e incidentes que puedan haberse presentado.
- Aquellos otros aspectos del sistema de contención de vehículos que la Dirección General de Carreteras estime conveniente.

A la luz de los resultados de este seguimiento, la Dirección General de Carreteras decidirá sobre la admisión definitiva del nuevo sistema en el Catálogo.

En el caso de sistemas de contención de vehículos ampliamente utilizados en otros países de la Comunidad Económica Europea o de los EE.UU., no será necesario realizar este seguimiento, y se podrá proceder a la inclusión inmediata del dispositivo en el Catálogo siempre que:

- El informe técnico-económico descrito en el apartado 3.2.1 haya sido evaluado favorablemente.
- Las diferencias entre las características de la red y del tráfico en el país de origen con respecto a España no aconsejen la realización de estudios particulares.

3.2.4 Admisión definitiva al Catálogo.

La admisión definitiva de un nuevo sistema de contención de vehículos al Catálogo se realizará por resolución de la Dirección General de Carreteras, previo informe del CEDEX.

Corresponderá al fabricante la elaboración de las fichas técnicas definitivas correspondientes al nuevo sistema, de acuerdo con los criterios y formatos del Catálogo.

3.2.5 Eliminación del Catálogo.

La eliminación de un sistema de contención de vehículos del Catálogo tendrá lugar cuando se dé alguna de las circunstancias siguientes:

- Comprobación de un comportamiento defectuoso del sistema.
- Inclusión en el Catálogo de otro sistema que lo pueda reemplazar con ventajas indudables (de fabricación, instalación, mantenimiento, o funcionamiento), de manera que quede obsoleto.

La eliminación de un sistema del Catálogo exigirá la elaboración previa de un informe técnico, en el que se detallen los motivos de su exclusión. La eliminación se realizará por resolución de la Dirección General de Carreteras.

3.2.6 Actualización del Catálogo.

La actualización del Catálogo se realizará con carácter quinquenal.

La Dirección General de Carreteras mantendrá una lista actualizada de las fichas existentes, y publicará periódicamente las fichas correspondientes a los nuevos sistema de contención de vehículos admitidos.

4 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS DE EMPLEO ACTUAL Y NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL

4.1 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS MODIFICADOS EN EL CATÁLOGO INICIAL

Los siguientes sistemas de contención de vehículos, empleados actualmente en la Red estatal de carreteras, han sido modificados para su inclusión en el Catálogo:

- Barrera metálica con valla tipo "doble onda" y poste de perfil IPN.
- Barrera prefabricada de hormigón, con perfil "New Jersey" ó "F".

4.2 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS NO INCLUIDOS EN EL CATÁLOGO INICIAL

Los fabricantes de sistemas de contención de vehículos actualmente en uso en la Red estatal de carreteras, no incluidos en el Catálogo inicial, deberán presentar a la Dirección General de Carreteras un informe técnico que incluya:

- Los ensayos y estudios técnicos en que se ha basado el desarrollo del sistema.
- Los tramos de la Red en que se ha implantado.
- La capacidad de contención, condiciones de empleo y comportamiento esperado del sistema.
- Un borrador de las fichas de descripción del sistema, para su inclusión en el Catálogo.

La Dirección General de Carreteras decidirá sobre la admisión del sistema al Catálogo, previo informe técnico del CEDEX.

5 INDICE DE FICHAS

GRUPO A: BARRERAS DE SEGURIDAD EN MARGENES DE LA CARRETERA

Nº FICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
A.1.1/1	BHDEJ0/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE IN SITU	Definición
A.1.2/1	BHSEJ0/0a	BARRERA DE HORMIGON SIMPLE IN SITU	Definición Elementos constituyentes Detalles constructivos
A.1.2/2			
A.1.2/3			
A.1.3/1	BHSPJ3/0a	BARRERA DE HORMIGON SIMPLE PREFABRICADA	Definición Elementos constituyentes
A.1.3/2			
A.1.4/1	BHDEF0/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE IN SITU	Definición
A.1.5/1	BHSEF0/0a	BARRERA DE HORMIGON SIMPLE IN SITU	Definición
A.1.6/1	BHDPJ6/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA	Definición
A.1.7/1	BHDPT2/0a	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA "TRIC-BLOC"	Definición
A.1.8/1	BHDXJ2/0a	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI	Definición
A.1.9/1	BHDXJ6/0A	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI	Definición
A.2.1/1	BMSNA2/100a	BARRERA METALICA SIMPLE	Definición Montaje de la barrera Anclaje de los postes Interrupciones en la barrera de seguridad
A.2.1/2			
A.2.1/3			
A.2.1/4			
A.2.2/1	BMSNA4/100a	BARRERA METALICA SIMPLE	Definición Montaje de la barrera
A.2.2/2			
A.2.3/1	BMSNA4/120a	BARRERA METALICA SIMPLE	Definición Montaje de la barrera
A.2.3/2			

GRUPO A: BARRERAS DE SEGURIDAD EN MARGENES (CONTINUACION)

Nº FICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
A.2.4/1 A.2.4/2 A.2.4/3	BMSNA2/120a	BARRERA METALICA SIMPLE	Definición Montaje de la barrera Protección de pórticos y banderolas de señalización
A.2.5/1 A.2.5/2	BMSRA2/100a	BARRERA METALICA SIMPLE REDUCIDA	Definición Montaje de la barrera
A.2.6/1 A.2.6/2 A.2.6/3	BMSRA4/100a	BARRERA METALICA SIMPLE REDUCIDA	Definición Montaje de la barrera Empleo delante de un poste SOS
A.2.7/1 A.2.7/2 A.2.7/3	BMSNB2/120a	BARRERA METALICA SIMPLE CON VALLA DOBLE	Definición Montaje de la barrera Transiciones y final de barrera
A.2.8/1	BMSNC2/120a	BARRERA METALICA SIMPLE CON DOS VALLAS SIMPLES	Definición
A.2.9/1	BMSND2/120a	BARRERA METALICA SIMPLE CON DOS VALLAS DOBLES	Definición

GRUPO B: BARRERAS DE SEGURIDAD EN MEDIANAS.

Nº FICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
B.1.1/1 B.1.1/2 B.1.1/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/7	BHDEJ0/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE	Definición Elementos constituyentes Detalles constructivos sobre junta de dilatación Detalles constructivos en junta de dilatación, postes o báculos. Detalles constructivos.Desagües y pasos de agua Detalles constructivos.Conexiones a BMS y BMD Detalles constructivos.Recrecimiento y reparación

GRUPO B: BARRERAS DE SEGURIDAD EN MEDIANAS (CONTINUACION)

Nº FICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
B.1.1/8	BHDEJ0/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE	Detalles constructivos. Tramos desmontables
B.1.2/1 B.1.2/2	BHDPF3/1a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA	Definición Elementos constituyentes
B.1.3/1	BHDEF0/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE	Definición
B.1.4/1 B.1.4/2	2xBHSEJ0/1a	DOS HILERAS DE BHS CON JARDINERA	Definición Disposición en medianas
B.1.5/1 B.1.5/2 B.1.5/3 B.1.5/4	BHD PJ6/0a	BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA	Definición Elementos constituyentes Armaduras Elemento final de barrera
B.1.6/1 B.1.6/2 B.1.6/3	BHDPT2/0a	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA TRIC-BLOC	Definición Elementos constituyentes Montaje de barrera
B.1.7/1 B.1.7/2	BHDXF0/0a	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI IN SITU	Definición Elementos constituyentes
B.1.8/1 B.1.8/2 B.1.8/3	BHDXF6/0a	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI	Definición Elementos constituyentes Disposición de los elementos
B.1.9/1 B.1.9/2	BHDXF2/0a	BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI	Definición Disposición de los elementos
B.1.10/1	2xBHDEJ0/0a	DOS HILERAS DE BHD CON JARDINERA	Definición
B.1.11/1	2xBHSEF0/0a	DOS HILERAS DE BHS CON JARDINERA	Definición
B.1.12/1	2xBHDEF0/0a	DOS HILERAS DE BHD CON JARDINERA	Definición
B.1.13/1	2xBHSPJ3/0a	DOS HILERAS DE BHS CON JARDINERA	Definición

GRUPO B: BARRERAS DE SEGURIDAD EN MEDIANAS (CONTINUACION)

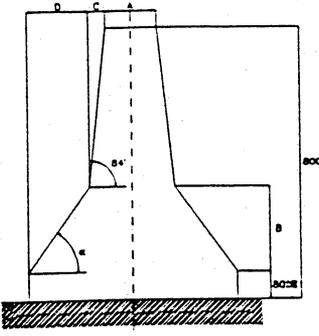
Nº FICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
B.2.1/1 B.2.1/2 B.2.1/3 B.2.1/4	BMDNA2/100a	BARRERA METALICA DOBLE	Definición Montaje de la barrera Final de la barrera Adaptación de la barrera en lugares singulares
B.2.2/1 B.2.2/2	BMDNA4/100a	BARRERA METALICA DOBLE	Definición Montaje de la barrera
B.2.3/1 B.2.3/2	* BMDRA2/100a	BARRERA METALICA DOBLE REDUCIDA	Definición Montaje de la barrera
B.2.4/1 B.2.4/2	2xBMSNA2/100a	DOS HILERAS DE BMS	Definición Colocación en medianas con obstáculos
B.2.5/1 B.2.5/2 B.2.5/3	BMDDA4/100a	BARRERA METALICA DOBLE DESMONTABLE	Definición Montaje de la barrera Montaje de la barrera abatible
B.2.6/1	2xBMSNB2/120a	DOS HILERAS DE BMS CON VALLA DOBLE	Definición
B.2.7/1	2xBMSNC2/120a	DOS HILERAS DE BMS CON DOS VALLAS SIMPLES	Definición
B.2.8/1	2xBMSND2/120a	DOS HILERAS DE BMS CON DOS VALLAS DOBLES	Definición

GRUPO C: PRETILES

NºFICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
C.1.1/1 C.1.1/2 C.1.1/3 C.1.1/4	PHPJ6/1-10a	PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO	Definición Elementos constituyentes Armaduras Anclajes
C.1.2/1 C.1.2/2 C.1.2/3 C.1.2/4 C.1.2/5	PX6/1-15a *	PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO CON BARANDA	Definición Elementos constituyentes (6m) Pasamanos Disposición y transiciones Disposición y transiciones en estrechamientos
C.1.3/1 C.1.3/2 C.1.3/3 C.1.3/4	PHPJ6/1-17a	PRETIL DE HORMIGON DE ALTA SEGURIDAD	Definición Elementos constituyentes Armaduras Transición de PHPJ6/1-10 a PHPJ6/1-17
C.1.4/1 C.1.4/2	PX3/1-15a	PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO CON BARANDA	Definición Elementos constituyentes tipo corto (3m). Armaduras

GRUPO O: PIEZAS Y ELEMENTOS GENERALES

NºFICHA	TIPO	DENOMINACION	CONTENIDO DE LA FICHA
O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/4 O.2.1/5 O.2.1/6	BM***/*a	BARRERA METALICA	Vallas Postes Separadores y elementos de unión Separadores Terminales y piezas especiales Elementos para vallas dobles

BARRERA DE HORMIGON DOBLE IN SITU BHDEJ0/0a		DEFINICION	A.1.1/1																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N.J.</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>150</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>250</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>610</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>54</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 			N.J.	Tolerancia	A	150	+20-0	B	250		C	50		D	180		E	610	+30-0	α	54		FICHAS A CONSULTAR B.1.1/2 B.1.1/3 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/7 B.1.1/8	
	N.J.	Tolerancia																						
A	150	+20-0																						
B	250																							
C	50																							
D	180																							
E	610	+30-0																						
α	54																							
EMPLEO	Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Se empleará con preferencia a BHS por su mayor estabilidad.																							
CLASE	M																							
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																					
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---																					
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	---																					
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	---																					
Deformabilidad	Nula	Escasa	---																					
Conservación	Buena	Buena	---																					
FECHA DE APROBACION	FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																							
MATERIALES	NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																					
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400	UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																					
	* En redacción.																							

BARRERA DE HORMIGON SIMPLE IN SITU BHSEJ0/0a		DEFINICION		A.1.2/1																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N.J.</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>150</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>250</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>610</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>54</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N.J.	Tolerancia	A	150	+20-0	B	250		C	50		D	180		E	610	+30-0	α	54		FICHAS A CONSULTAR		B.1.1/4 B.1.1/5	
	N.J.	Tolerancia																								
A	150	+20-0																								
B	250																									
C	50																									
D	180																									
E	610	+30-0																								
α	54																									
EMPLEO		Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Estudiar la posibilidad de instalar BHD por su mayor estabilidad. Aconsejable su empleo en vías suburbanas de IMD elevada.																								
CLASE		M																								
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																						
Disipación de energía		Escasa	Escasa	---																						
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---																						
Posibilidad de ser franqueado		Nula	Escasa	---																						
Deformabilidad		Nula	Escasa	---																						
Conservación		Buena	Buena	---																						
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																							
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																						
Hormigón ($f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																						
		* En redacción																								

BARRERA DE HORMIGON
SIMPLE IN SITU
BHSEUJ/0d

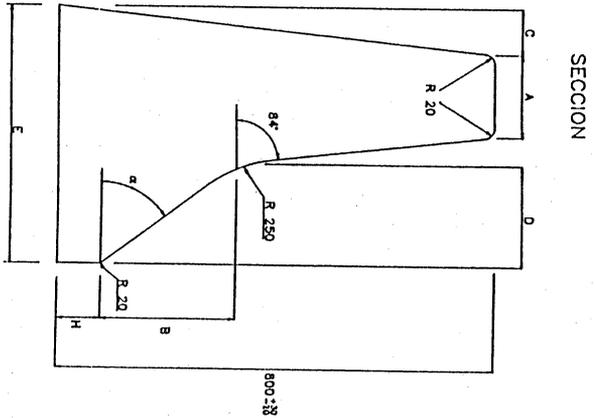
ELEMENTOS CONSTITUYENTES

A.1.2/2

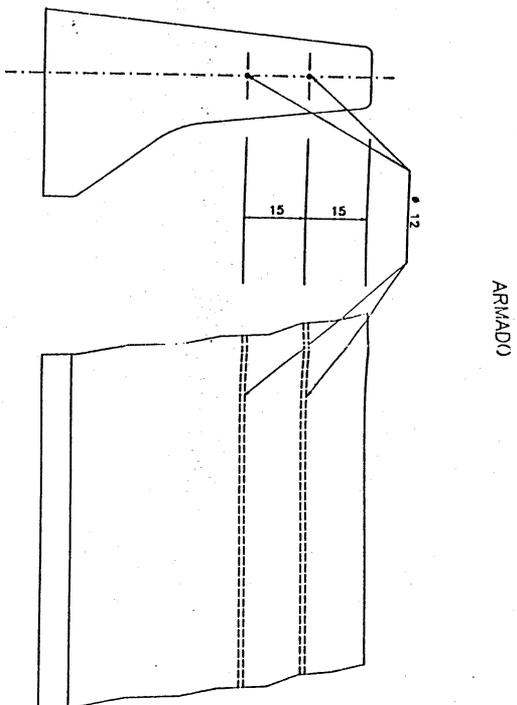
N.L.	F	Tolerancia
A	150	200 +20-0
B	250	180
C	84	84
D	180	125
E	463	463 +30-0
H	80	80 +30-10
G	54	55

Valores en mm

Previa justificación, podrá modificarse algunos de estos cotas, con las mismas tolerancias, salvo las ángulas del perfil y la altura total del talón. La altura total podrá aumentarse pero no disminuirse. El talón H podrá llegar hasta 130 mm si se prevé un refuerzo del firme o muy corto plazo

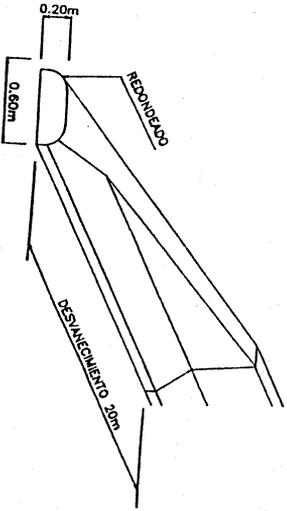


SECCION

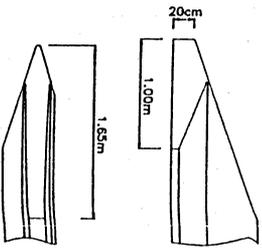


ARMADO

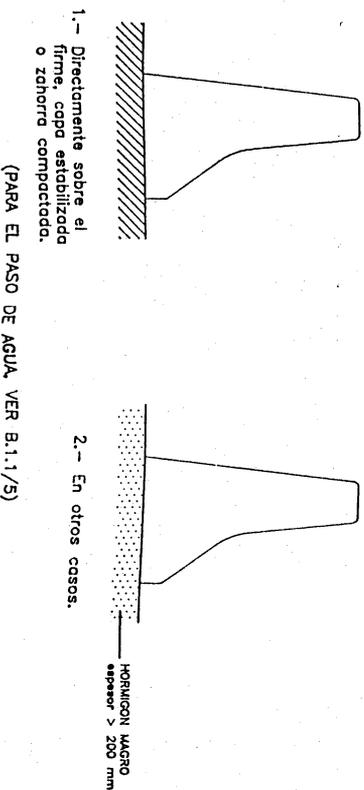
DESVANECIMIENTO DE BHS DE CARA AL TRAFICO



DESVANECIMIENTO DE BHS NO ENFRENTADA AL TRAFICO



CIMENTACION



1.- Directamente sobre el firme, capa estabilizada o zahorra compactada.

(PARA EL PASO DE AGUA, VER B.1.1/5)

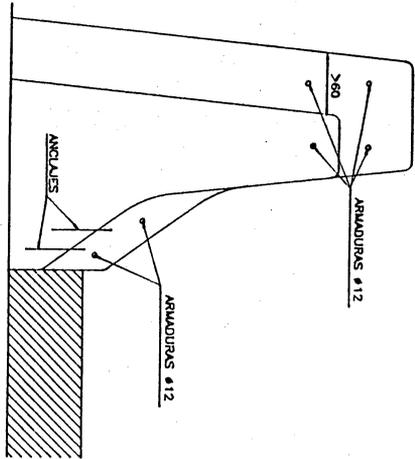
2.- En otros casos.

HORMIGON MAGRO espesor > 200 mm

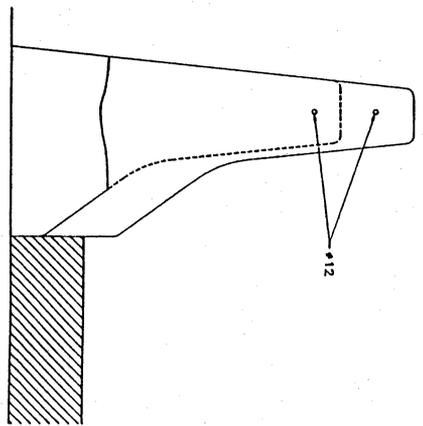
BARRERA DE HORMIGON
SIMPLE IN SITU
BHSEJO/0a

DETALLES CONSTRUCTIVOS

RECRECIMIENTO DE BHS

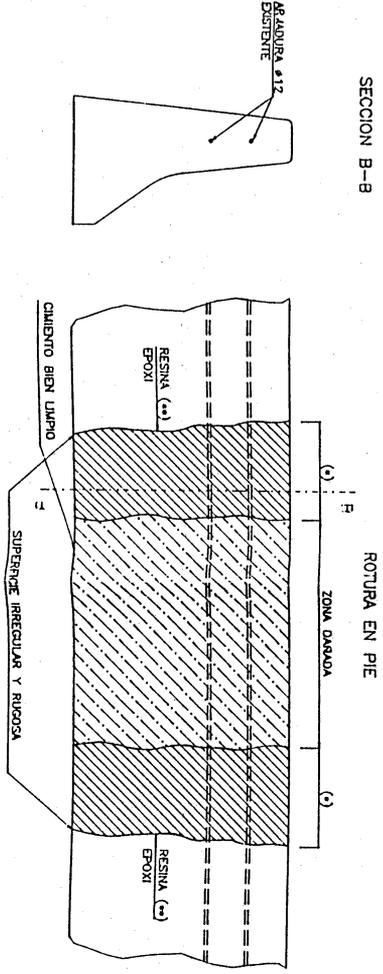
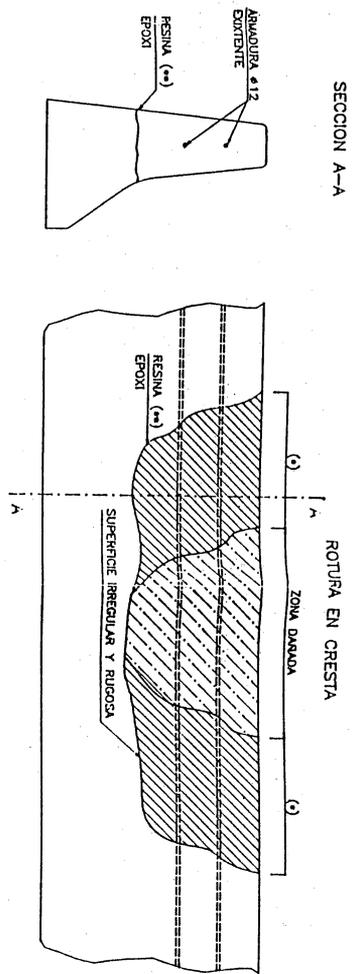


d) MEDIANTE RECUBRIMIENTO A UNA CARA.
ARMADURAS DESCENTRADAS.



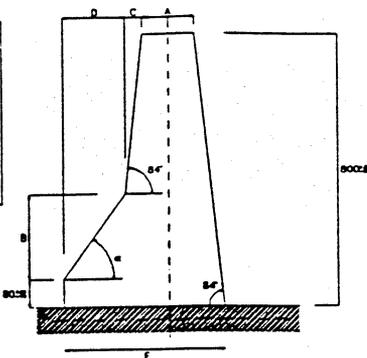
b) POR DEMOLICION PARCIAL Y
RECONSTRUCCION DEL PERFIL.

REPARACIONES EN B1



(*) ELIMINAR EL HORMIGON PARA DESCUBRIR AL MENOS 50 cm DE ARMADURA.
ELIMINAR POLVO Y ZONAS FISURADAS.
COLOCAR ARMADURAS CON SOLAPE SOLDADO EN 50 cm DE CADA EXTREMO

(**) RESINA EPOXI, APLICADA SOBRE SUPERFICIE DE HORMIGON SANEADO Y LIMPIO.

BARRERA DE HORMIGON SIMPLE PREFABRICADA BHSPJ3/0a		DEFINICION	A.1.3/1																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N.J.</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>150</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>250</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>610</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>54</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 			N.J.	Tolerancia	A	150	+20-0	B	250		C	50		D	180		E	610	+30-0	α	54		FICHAS A CONSULTAR		
	N.J.	Tolerancia																							
A	150	+20-0																							
B	250																								
C	50																								
D	180																								
E	610	+30-0																							
α	54																								
EMPLEO		<p>Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Estudiar la posibilidad de instalar BHD por su mayor estabilidad. Aconsejable su empleo en vías suburbanas de IMD elevada. Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHSE.</p>																							
CLASE		M																							
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																						
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---																						
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	---																						
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	---																						
Deformabilidad	Nula	Escasa	---																						
Conservación	Buena	Buena	---																						
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																							
MATERIALES	NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																						
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400	UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																						
	* En redacción		B.S. 6579 Part.8																						

**BARRERA DE HORMIGON
SIMPLE PREFABRICADA
BHSPJ3/0d**

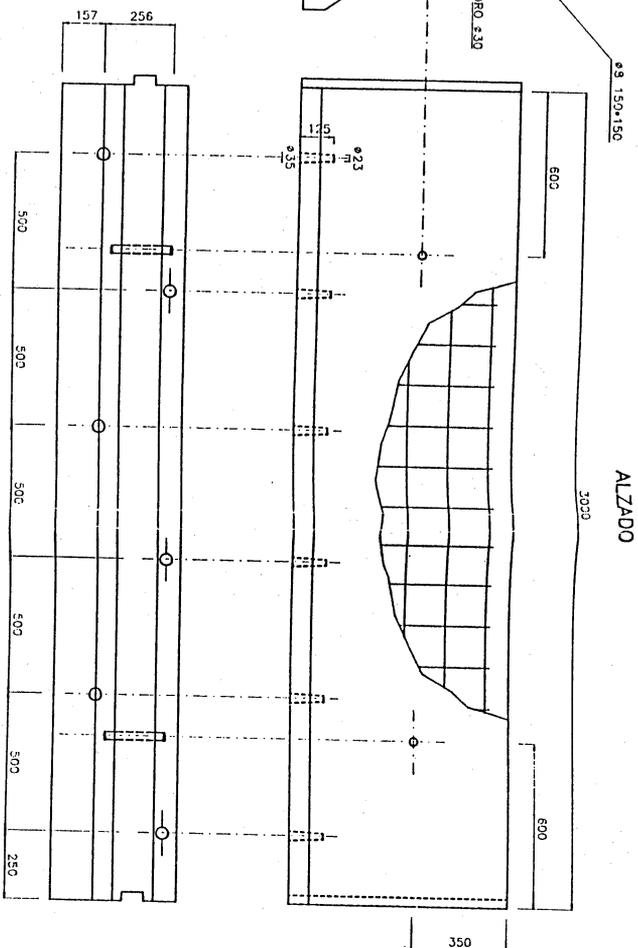
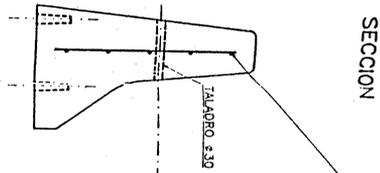
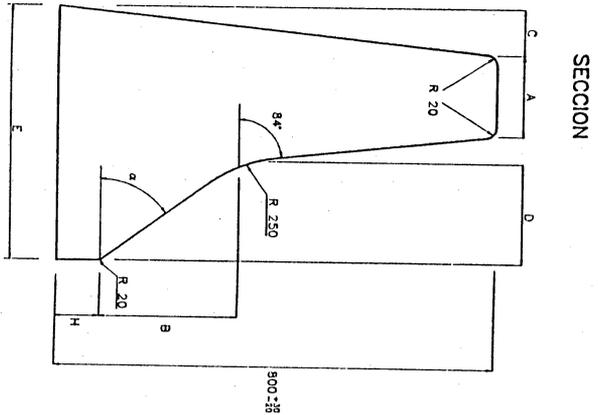
ELEMENTOS CONSTITUYENTES

A.1.3/2

N.º	Tolerancia
A	150
B	250
C	84
D	180
E	463
H	80
α	54

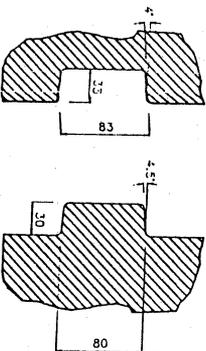
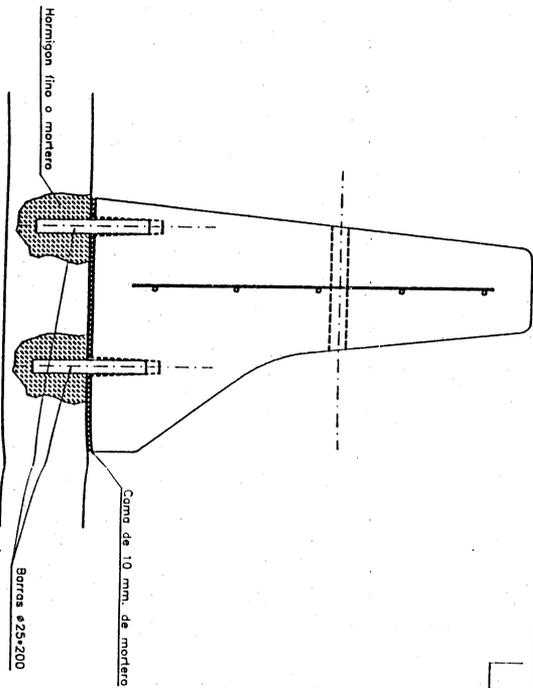
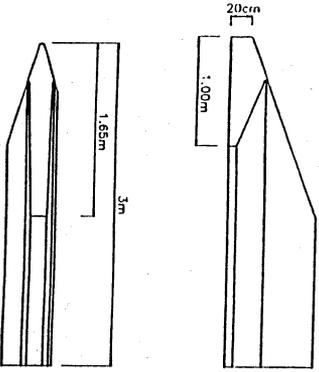
Valores en mm

Previa justificación, podrá modificarse algunas de estas cotas, con las mismas tolerancias, salvo los ángulos del perfil y la altura total del talón. La altura total podrá aumentarse pero no disminuirse. El talón H podrá llegar hasta 150 mm si se prevé un refuerzo del firme a muy corto plazo



PLANTA

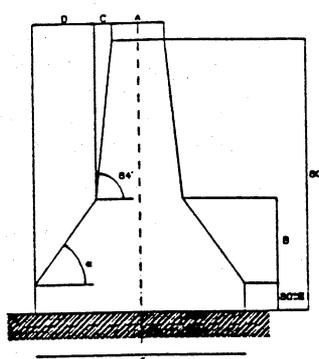
DESVANECIMIENTO DE LA BARRERA



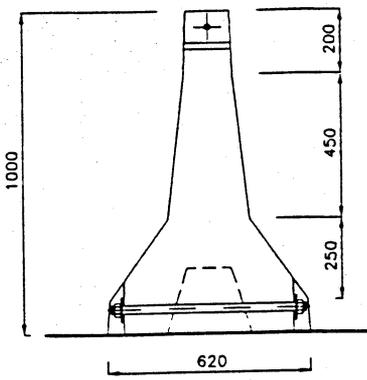
DETALLE DE LOS EXTREMOS

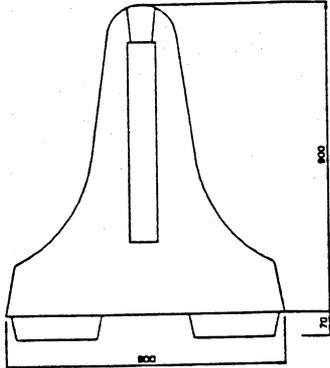
NOTA: Los detalles de instalación son sólo indicativos.

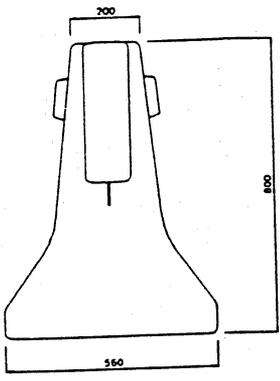
BARRERA PREFABRICADA
(LONGITUD MINIMA DEL ELEMENTO: 3m)
(recomendables elementos de mayor longitud)

BARRERA DE HORMIGON DOBLE IN SITU BHDEF0/0a		DEFINICION		A.1.4/1																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>200</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>125</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>564</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>55</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 			F	Tolerancia	A	200	+20-0	B	180		C	57		D	125		E	564	+30-0	α	55		FICHAS A CONSULTAR		B.1.1/2 B.1.1/3 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/7 B.1.1/8	
	F	Tolerancia																								
A	200	+20-0																								
B	180																									
C	57																									
D	125																									
E	564	+30-0																								
α	55																									
EMPLEO		Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Se empleará con preferencia a BHS por su mayor estabilidad. Recomendado el empleo del perfil "F" frente al "New Jersey" con tráfico elevado de vehículos ligeros.																								
CLASE		M																								
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																						
Disipación de energía		Escasa	Escasa	---																						
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---																						
Posibilidad de ser franqueado		Nula	Escasa	---																						
Deformabilidad		Nula	Escasa	---																						
Conservación		Buena	Buena	---																						
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																							
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																						
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																						
		* En redacción.																								

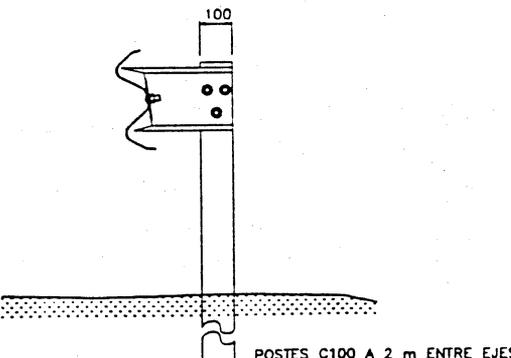
BARRERA DE HORMIGON SIMPLE IN SITU BHSEF0/0a		DEFINICION	A.1.5/1																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>200</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>125</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>564</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>55</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			F	Tolerancia	A	200	+20-0	B	180		C	57		D	125		E	564	+30-0	α	55		FICHAS A CONSULTAR A.1.2/2 A.1.2/3 B.1.1/4 B.1.1/5		
	F	Tolerancia																							
A	200	+20-0																							
B	180																								
C	57																								
D	125																								
E	564	+30-0																							
α	55																								
EMPLEO	<p>Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Estudiar la posibilidad de instalar BHD por su mayor estabilidad. Recomendado el empleo del perfil "F" frente al "New Jersey" con tráfico elevado de vehículos muy ligeros. Aconsejable su empleo en vías suburbanas de IMD elevada.</p>																								
CLASE	M																								
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																						
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---																						
Posibilidad de redireccionamiento	Regular	Buena	---																						
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	---																						
Deformabilidad	Nula	Escasa	---																						
Conservación	Buena	Buena	---																						
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																							
MATERIALES	NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																						
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400	UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																						
* En redacción																									

BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA BHDPJ6/0a		DEFINICION		A.1.6/1	
				FICHAS A CONSULTAR B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/8 B.1.5/2 B.1.5/3 B.1.5/4	
EMPLEO		Márgenes de la carretera. Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	Apreciable	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	Media	---	
Deformabilidad		Mínima	Apreciable	---	
Conservación		Buena	Buena	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Hormigón ($f_{ck}=35 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400 Acero: A42b Barra y manguito: "Diwidag"		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91 EH 91	
		* En redacción			

BARRERA DE HORMIGON SISTEMA TRIC-BLOC BHDPT2/0a		DEFINICION		A.1.7/1
			FICHAS A CONSULTAR B.1.6/2 B.1.6/3	
EMPLEO	<p>Márgenes de la carretera. Carreteras con velocidad máxima permitida de 90 km/h. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 25 cm. (Ap. 4.1.2.1. O.C.). Debe asegurarse la conservación, realineando la barrera y sustituyendo los bloques dañados después del impacto.</p>			
CLASE	L1			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Escasa	---	---	
Posibilidad de redireccionamiento	Optima	---	---	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	---	---	
Deformabilidad	Escasa	---	---	
Conservación	Media	---	---	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES	NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Conexiones: Acero: A42b	UNE 135.111 * UNE 135.112 * UNE 37.501 UNE 37.507 UNE 37.508		EH 91	
		* En redacción		

BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI BHDXJ2/0a		DEFINICION		A.1.8/1	
		FICHAS A CONSULTAR			
		B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.8/2 B.1.9/2			
EMPLEO	Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 25 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Debe asegurarse la conservación, realineando la barrera y sustituyendo los bloques dañados después del impacto. Carreteras con velocidad máxima permitida de 90 km/h. Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.				
CLASE	L1				
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	--	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	--	---	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	---	---	
Deformabilidad		Escasa	---	---	
Conservación		Media	---	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Módulo (Resina de Poliester reforzado con fibra de vidrio)		UNE 135.111 *			
Hormigón ($f_{ck} \geq 17,5$ N/mm ²)		UNE 135.112 *		EH 91	
Acero: A42b				EH 91	
		* En redacción			

BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI BHDXJ6/0a		DEFINICION		A.1.9/1	
				FICHAS A CONSULTAR B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.8/2 B.1.8/3	
EMPLEO		Márgenes de la carretera. Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima a la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia máxima a la calzada: tabla 6 O.C. Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHSE.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	Escasa	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	Escasa	---	
Deformabilidad		Nula	Escasa	---	
Conservación		Buena	Buena	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Módulo (Resina de Poliester reforzado con fibra de vidrio)		UNE 135.111 *			
Hormigón ($f_{ck} \geq 17,5 \text{ N/mm}^2$)		UNE 135.112 *		EH 91	
Acero: AEH500 A42b				EH 91	
		* En redacción			

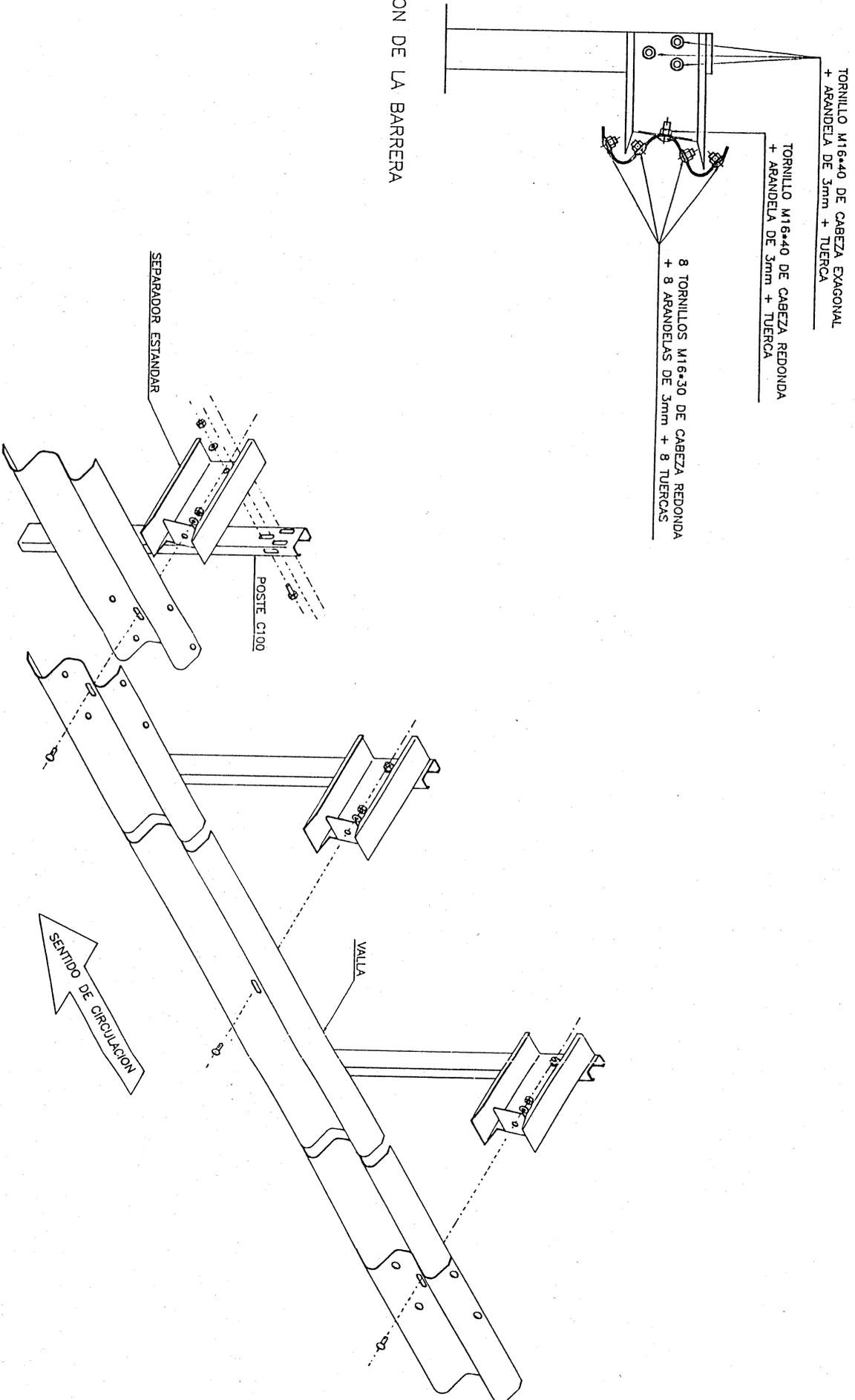
BARRERA METALICA SIMPLE BMSNA2/100a		DEFINICION		A.2.1/1
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5	
EMPLEO	Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE	L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Buena	---	---	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	---	---	
Franqueabilidad	Escasa	---	---	
Deformabilidad	Media	---	---	
Conservación	Buena	---	---	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P

BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA2/100g

MONTAJE DE LA BARRERA

A.2.1/2

SECCION DE LA BARRERA



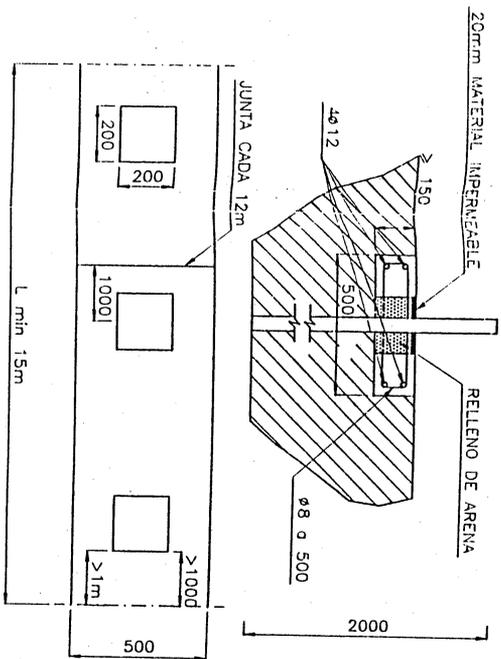
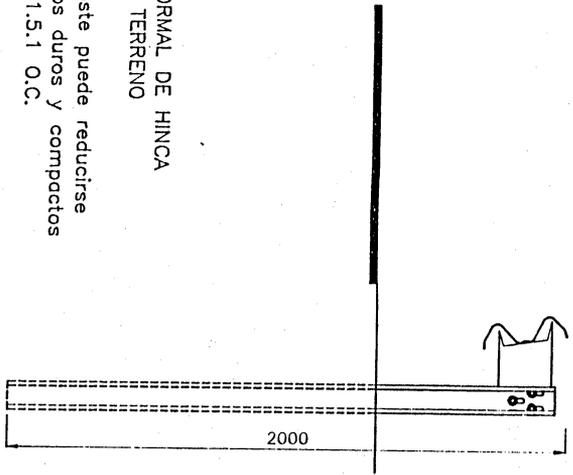
**BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA2/100d**

ANCLAJE DE LOS POSTES

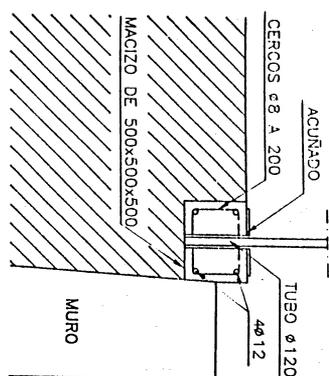
A.2.1/

**PROCEDIMIENTO NORMAL DE HINCA
DEL POSTE EN EL TERRENO**

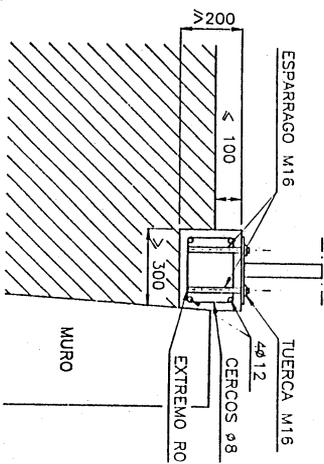
La longitud del poste puede reducirse a 1500 en terrenos duros y compactos según apartado 5.1.5.1 O.C.



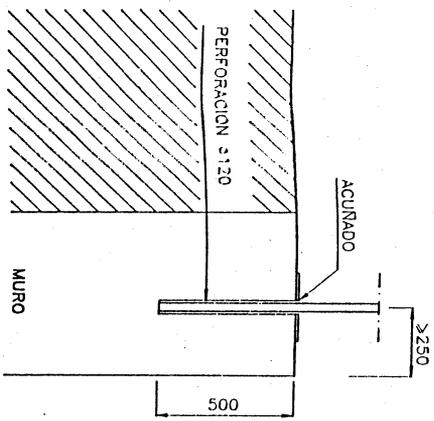
PROCEDIMIENTO EN SUELOS CON ESCASA RESISTENCIA



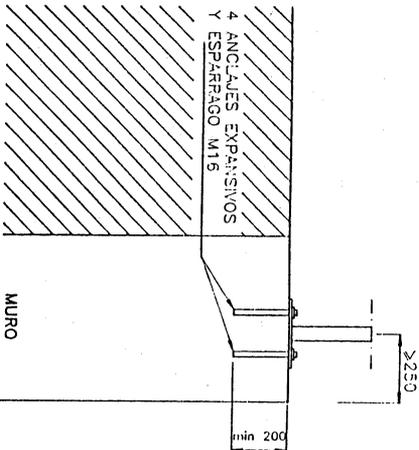
OPCION A



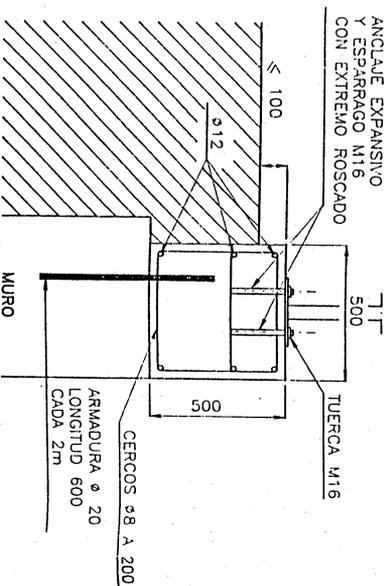
OPCION B



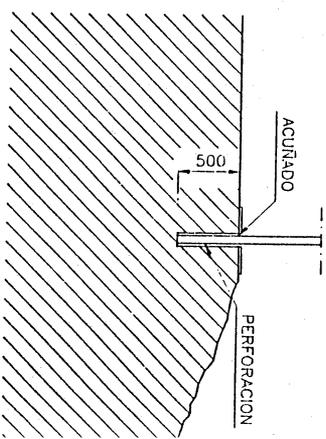
OPCION A



OPCION B



OPCION C



OPCION C

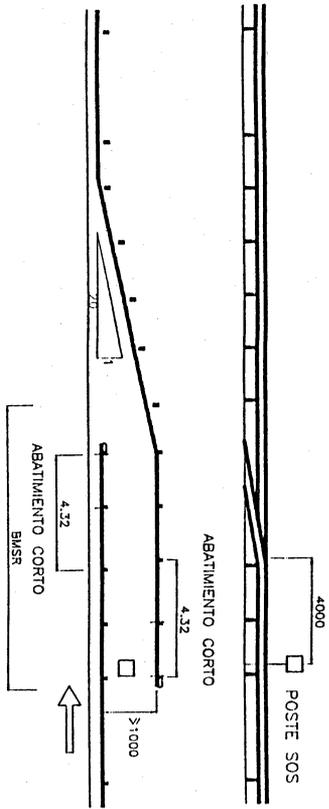
PROCEDIMIENTO EN CORONACION DE MUROS O SOBRE OBRAS DE FABRICA

PROCEDIMIENTO EN PROXIMIDAD DE MURO O EN ZONA EN QUE LA HINCA RESULTE IMPOSIBLE

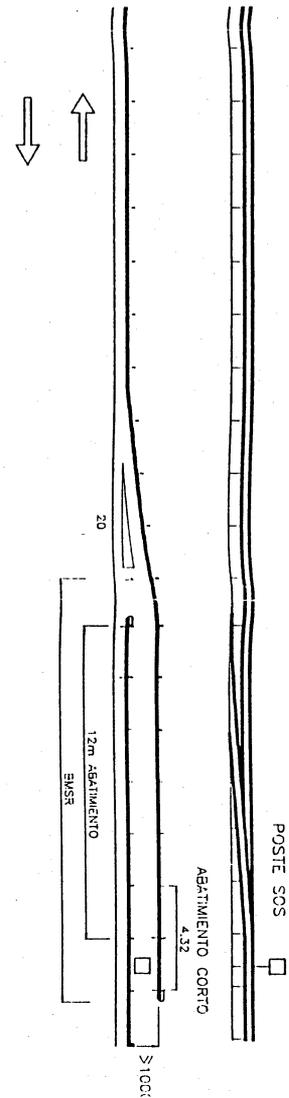
BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA2/100d

INTERRUPCIONES EN LA BARRERA DE SEGURIDAD

A.2.1/4

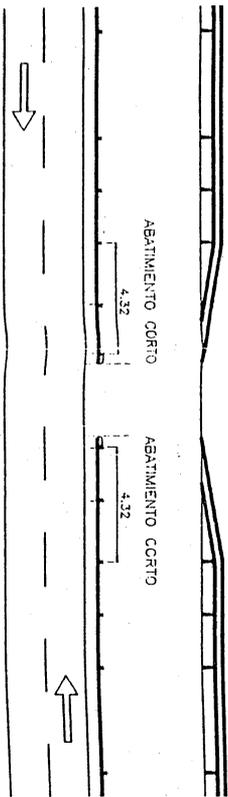


CARRETERAS DE CALZADAS SEPARADAS



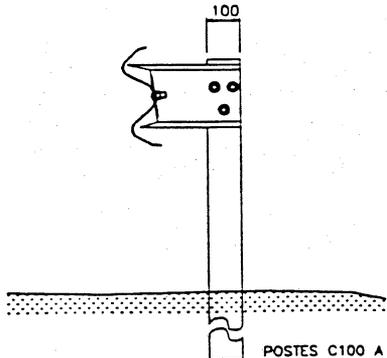
CARRETERA DE CALZADA UNICA

ACONDICIONAMIENTO DE LA BARRERA ANTE UN POSTE SOS, O PARA PASO DE PEATONES



PASO DE PEATONES. SOLUCION OPCIONAL

Nota: Esta solución se empleará exclusivamente en carreteras de baja intensidad de tráfico

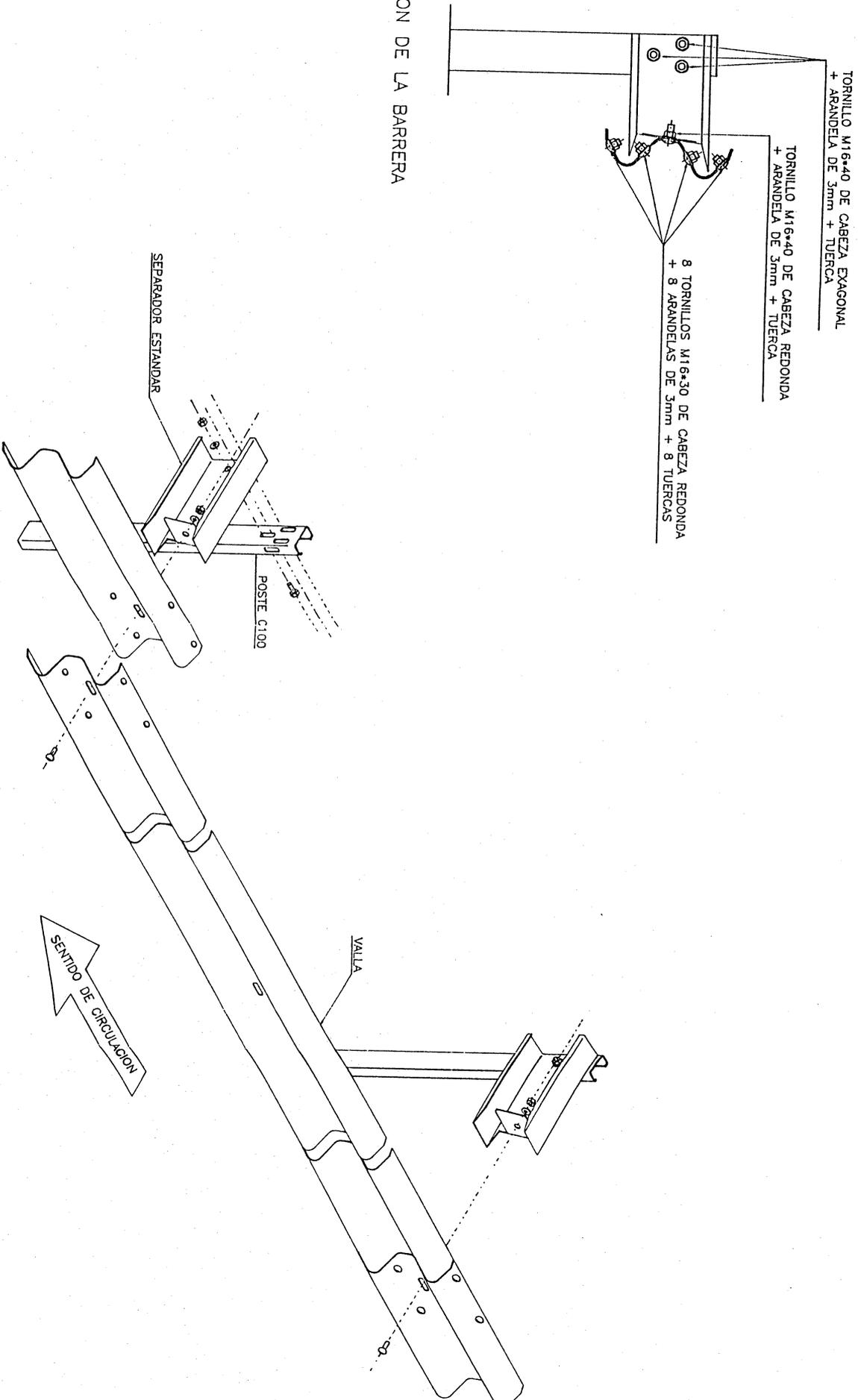
BARRERA METALICA SIMPLE BMSNA4/100a		DEFINICION		A.2.2/1	
 <p>POSTES C100 A 4 m ENTRE EJES</p>		FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 A.2.1/3 A.2.1/4			
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE		L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	---	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	---	---	
Franqueabilidad		Escasa	---	---	
Deformabilidad		Elevada	---	---	
Conservación		Media	---	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

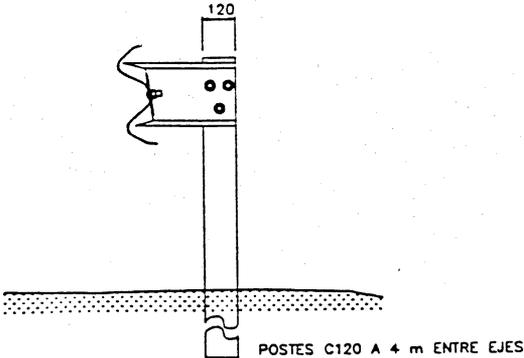
BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA4/100d

MONTAJE DE LA BARRERA

A.2.2/

SECCION DE LA BARRERA



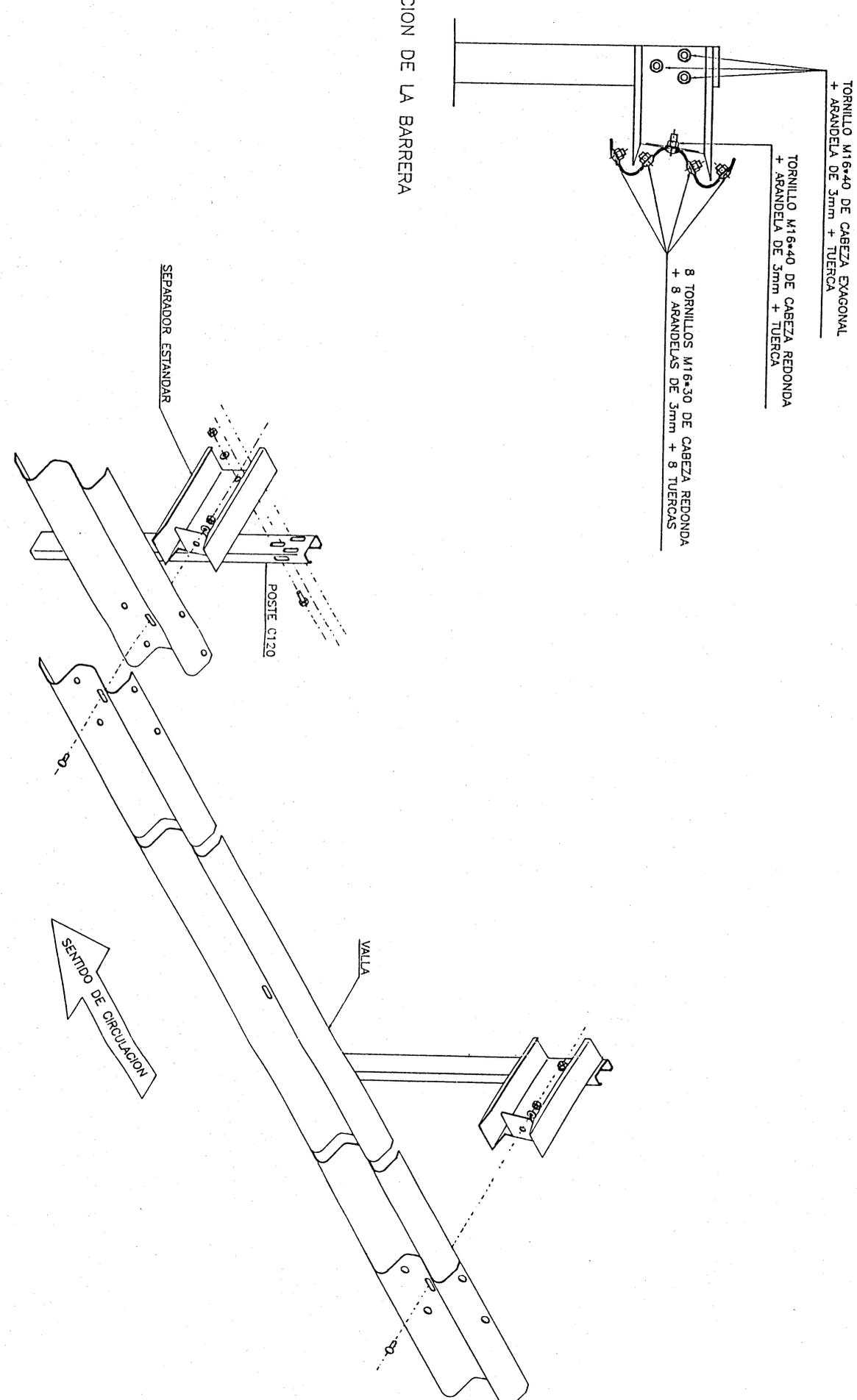
BARRERA METALICA SIMPLE		DEFINICION		A.2.3/1	
BMSNA4/120a		 <p>POSTES C120 A 4 m ENTRE EJES</p>		FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 A.2.1/3 A.2.1/4	
EMPLEO	Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.				
CLASE	L2				
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO		
Disipación de energía	Buena	---	---		
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	---	---		
Franqueabilidad	Escasa	---	---		
Deformabilidad	Media	---	---		
Conservación	Media	---	---		
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91			
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

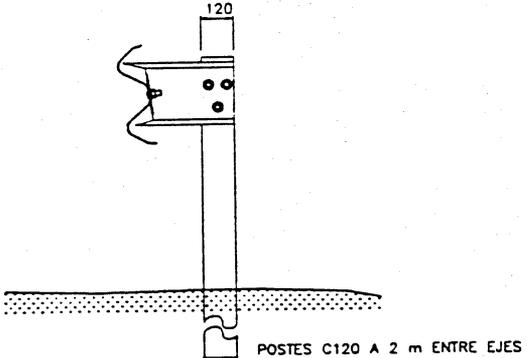
BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA4/1200

MONTAJE DE LA BARRERA

A.2.3/2

SECCION DE LA BARRERA



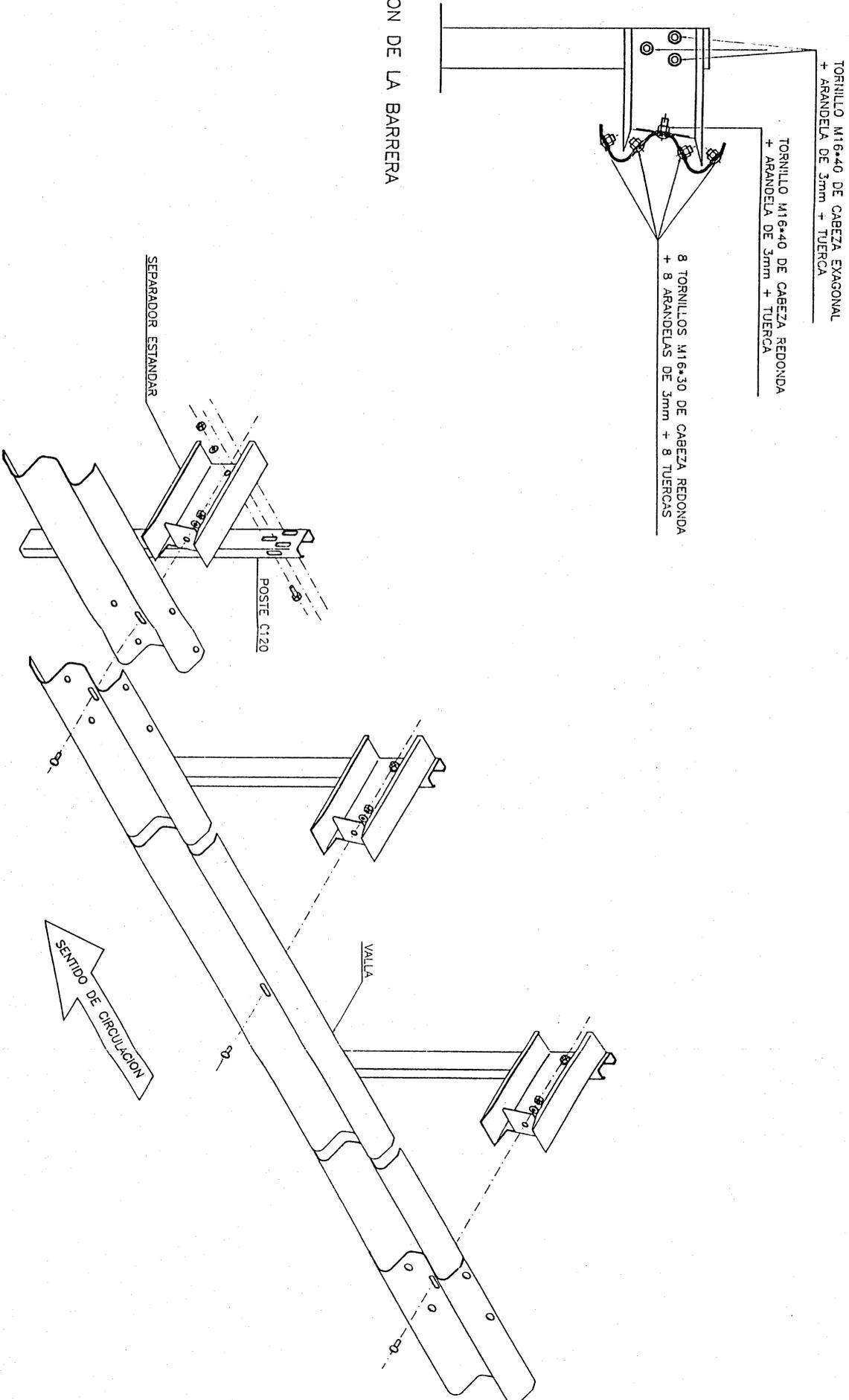
BARRERA METALICA SIMPLE BMSNA2/120a		DEFINICION		A.2.4/1	
 <p>POSTES C120 A 2 m ENTRE EJES</p>			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 A.2.1/3 A.2.1/4		
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE		L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	--	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	--	---	
Franqueabilidad		Escasa	--	---	
Deformabilidad		Media	--	---	
Conservación		Buena	--	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA2/120d

MONTAJE DE LA BARRERA

A.2.4/2

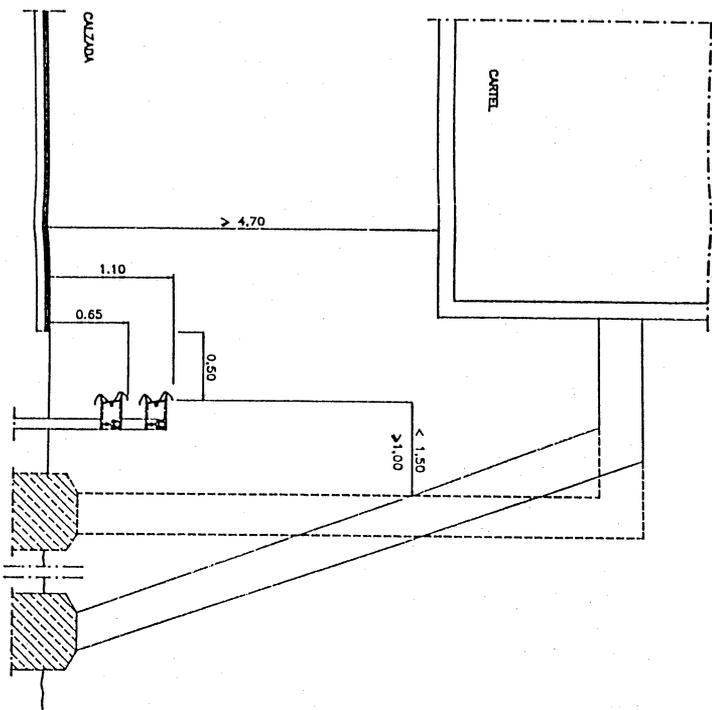
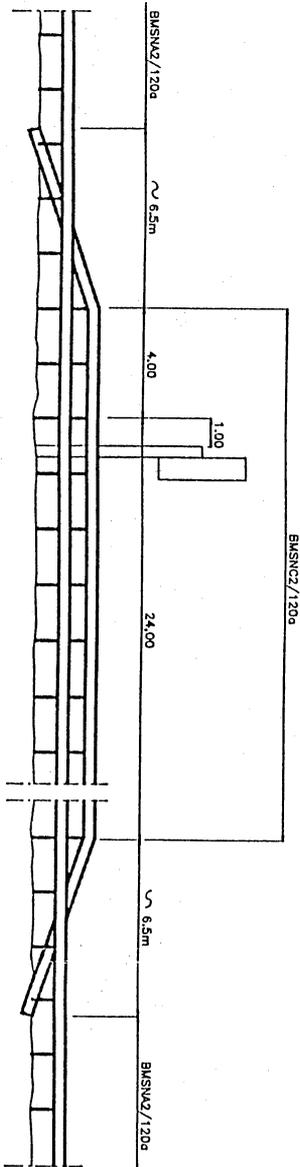
SECCION DE LA BARRERA



BARRERA METALICA
SIMPLE
BMSNA2/120d

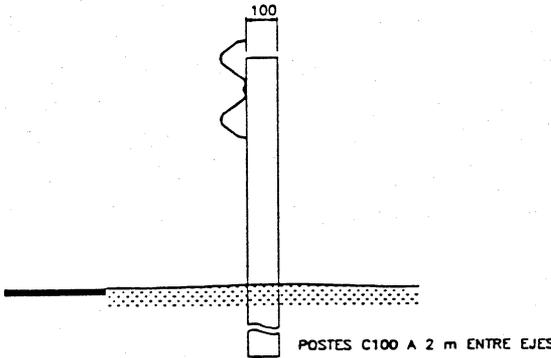
PROTECCION DE PORTICOS Y BANDEROLAS
DE SENALIZACION

A.2.4/3

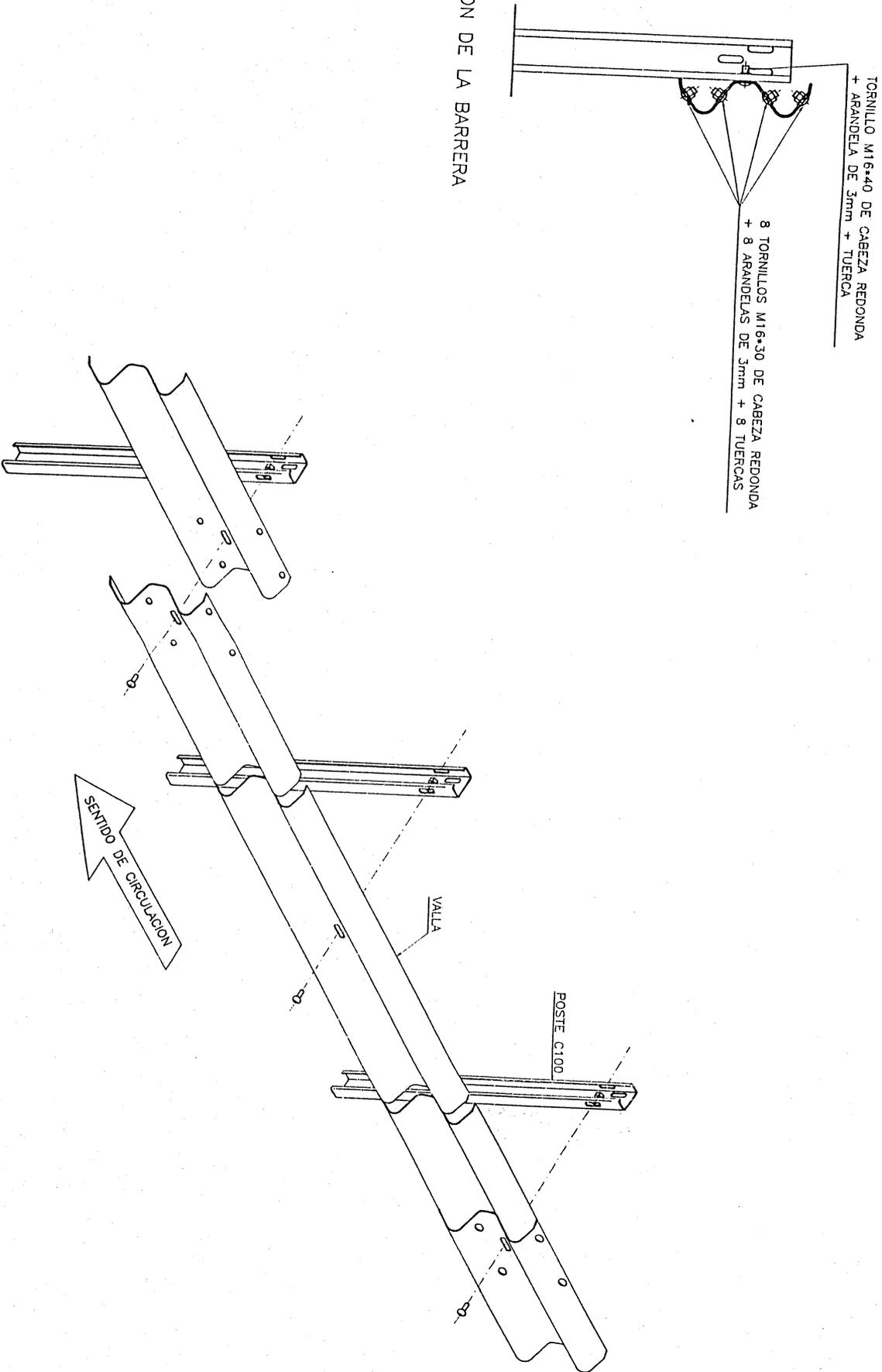


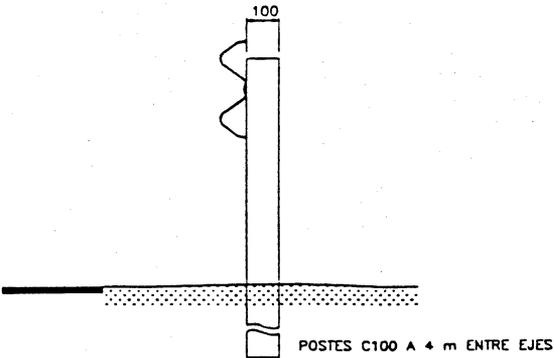
REFUERZO DE UNA BARRERA LATERAL DELANTE DE UN PORTICO O BANDEROLA DE SENALIZACION SITUADO A 1,0 - 1,5m DE LA BARRERA

COTAS EN m

BARRERA METALICA SIMPLE REDUCIDA BMSRA2/100a		DEFINICION		A.2.5/1	
				FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 A.2.1/3 A.2.1/4 A.2.6/3	
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2.O.C. Sólo en caso de accidente normal (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Empleo alternativo a BMSNA2/100 si no se dispone de espacio para instalar el separador y el accidente no es grave. Carreteras con velocidad máxima permitida de 90 km/h.			
CLASE		L1			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	---	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	---	---	
Franqueabilidad		Media	---	---	
Deformabilidad		Media	---	---	
Conservación		Media	---	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

SECCION DE LA BARRERA



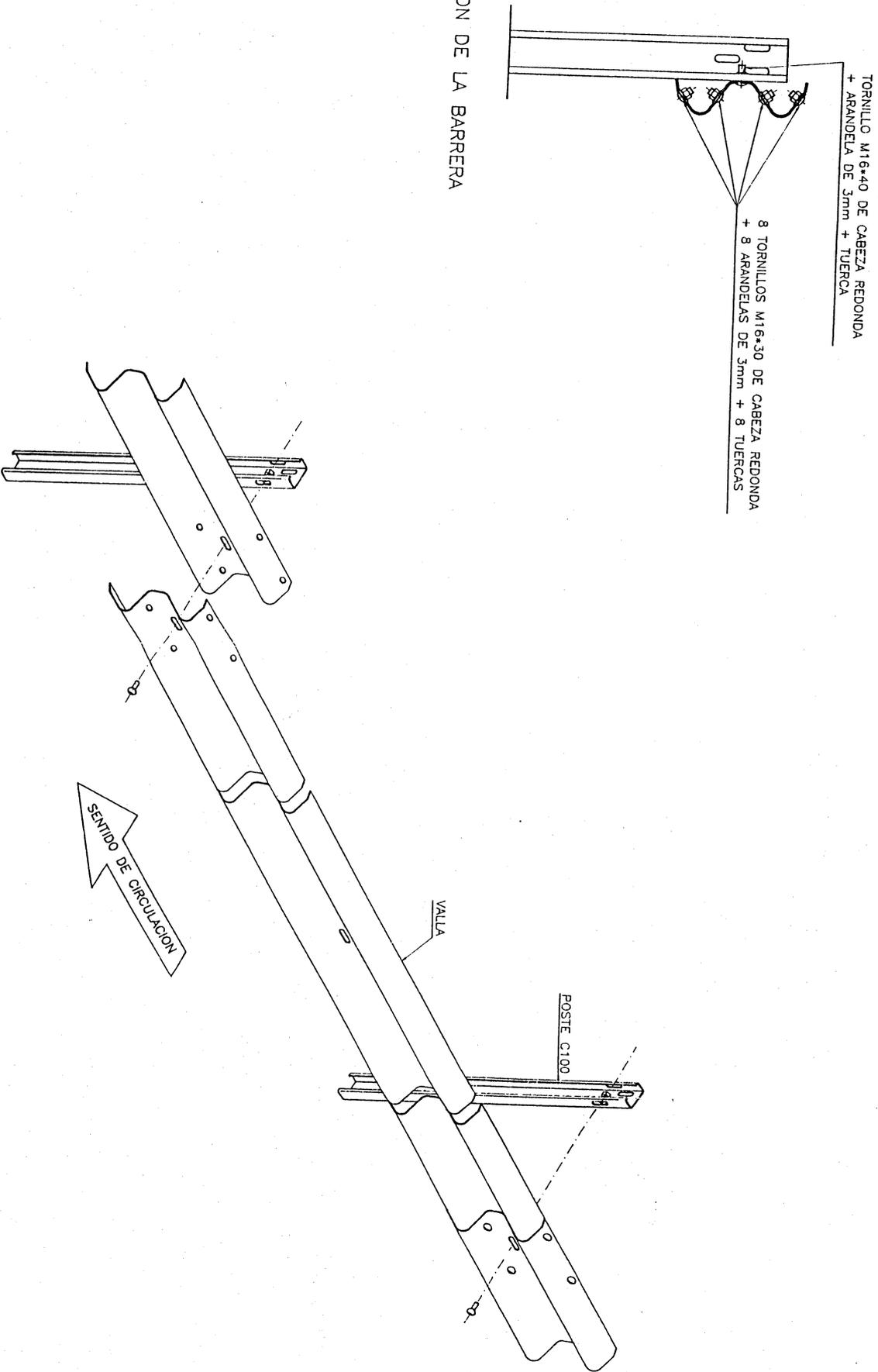
BARRERA METALICA SIMPLE REDUCIDA BMSRA4/100a		DEFINICION		A.2.6/1	
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 A.2.1/3 A.2.1/4		
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Empleo alternativo a BMSNA4/100 si no se dispone de espacio para instalar el separador y el accidente no es grave. Carreteras con velocidad máxima permitida de 90 km/h.			
CLASE		L1			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	--	--	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	--	--	
Franqueabilidad		Media	--	--	
Deformabilidad		Elevada	--	--	
Conservación		Media	--	--	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

BARRERA METALICA SIMPLE
REDUCIDA
BMSRA4/100d

MONTAJE DE LA BARRERA

A.2.6/2

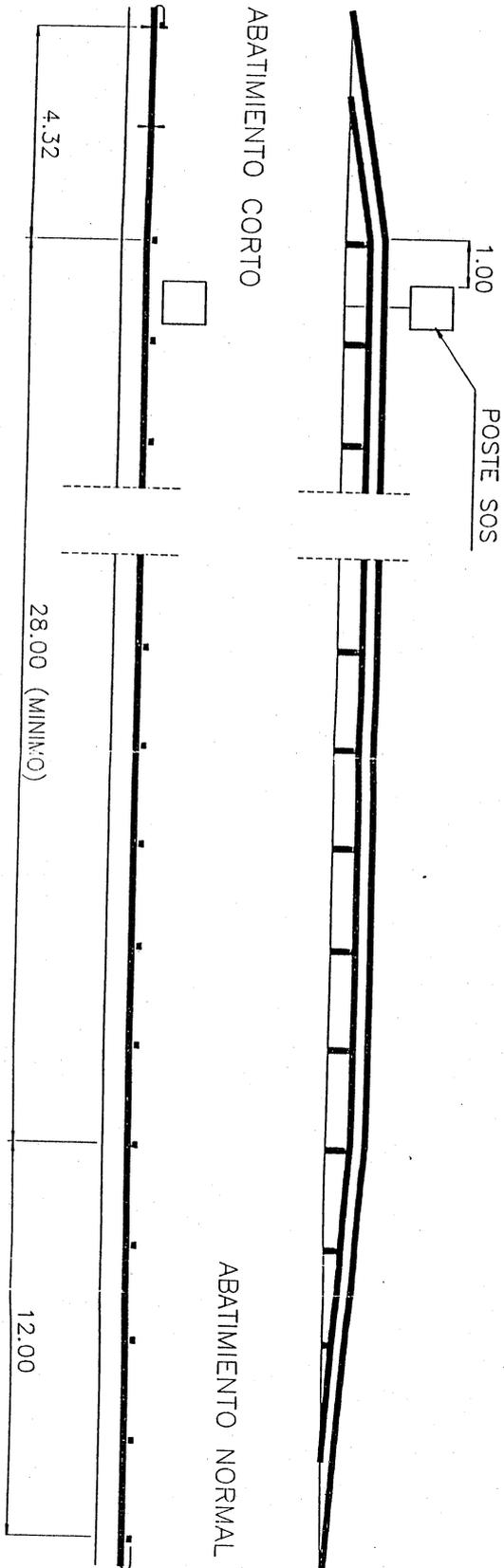
SECCION DE LA BARRERA



BARRERA METALICA SIMPLE
REDUCIDA
BMSRA4/100d

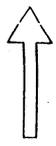
EMPLEO DELANTE DE UN POSTE S.O.S.

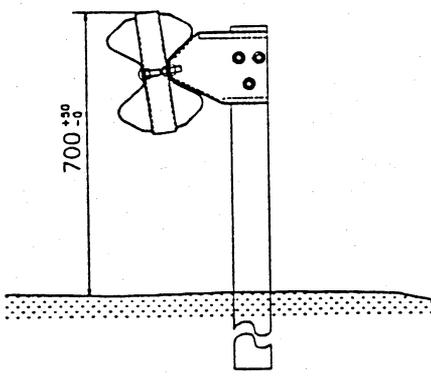
A.2.6/



CARRETERAS DE CALZADAS SEPARADAS, PROTECCION PUNTUAL DE UN POSTE SOS

COTAS EN m



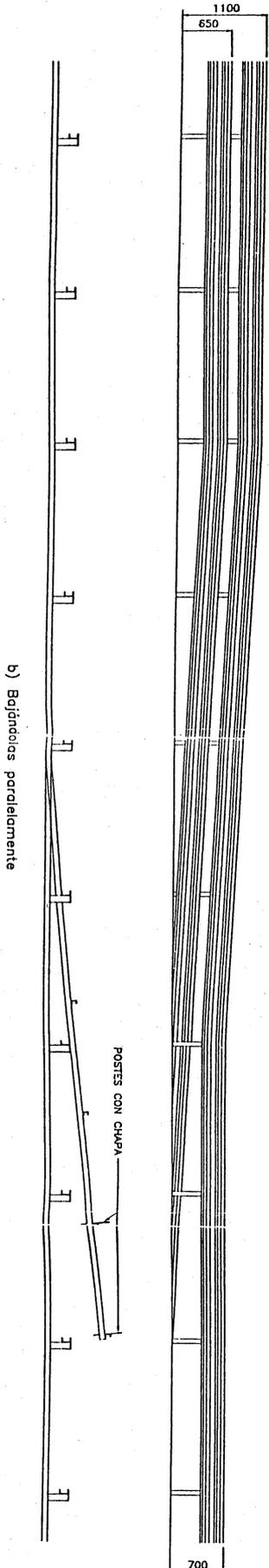
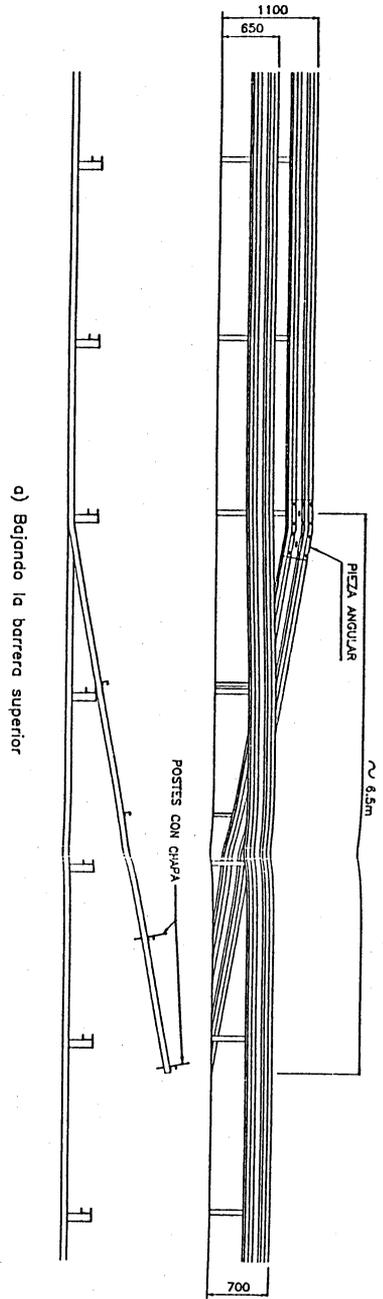
BARRERA METALICA SIMPLE CON VALLA DOBLE BMSNB2/120a		DEFINICION		A.2.7/1	
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/5 O.2.1/6 A.2.1/3		
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	Buena	Escasa	
Posibilidad de redireccionamiento		Escasa	Escasa	Escasa	
Franqueabilidad		Escasa	Media	Elevada	
Deformabilidad		Escasa	Media	Elevada	
Conservación		Buena	Media	Escasa	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P	

BARRERA METALICA SIMPLE
CON VALLA DOBLE
BMSNB2/120d

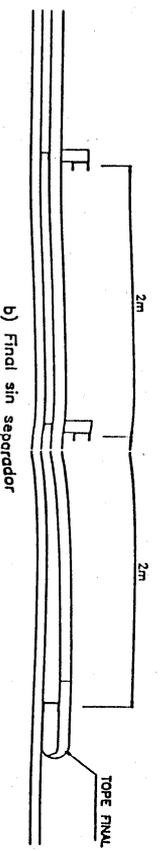
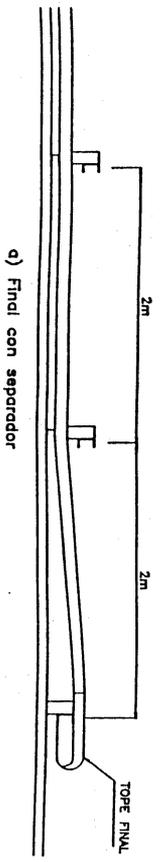
TRANSICIONES Y FINAL DE BARRERA

A.2.7/3

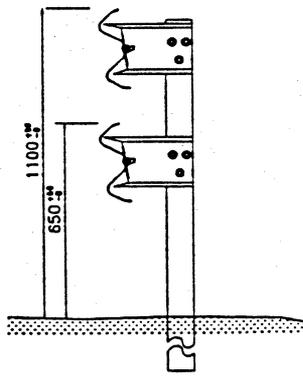
TRANSICION DE BMSNC A BMSNA

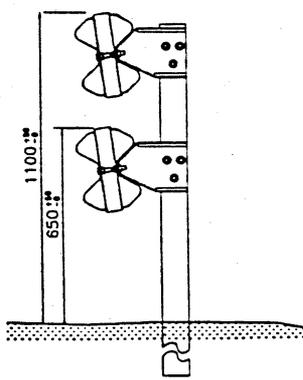


TRANSICION DE BMSNB A BMSNA



NOTA: Principio y final de barrera BMSNA según apartado 4.1.6.2 O.C.

BARRERA METALICA SIMPLE CON DOS VALLAS SIMPLES BMSNC2/120a		DEFINICION		A.2.8/1	
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/5 O.2.1/6 A.2.1/3		
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	Buena	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---	
Franqueabilidad		Nula	Baja	---	
Deformabilidad		Escasa	Media	---	
Conservación		Buena	Buena	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P	

BARRERA METALICA SIMPLE CON DOS VALLAS DOBLES BMSND2/120a		DEFINICION		A.2.9/1	
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/5 O.2.1/6 A.2.1/3		
EMPLEO		Márgenes de la carretera: tabla 2 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave (Ap. 3.2 O.C.). Distancia al obstáculo o desnivel: tabla 7 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	Buena	--	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	--	
Franqueabilidad		Nula	Baja	--	
Deformabilidad		Escasa	Media	--	
Conservación		Buena	Buena	--	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P	

BARRERA DE HORMIGON DOBLE BHDEJ0/0a		DEFINICION	B.1.1/1																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N.J.</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>150</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>250</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>610</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>54</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N.J.	Tolerancia	A	150	+20-0	B	250		C	50		D	180		E	610	+30-0	α	54				FICHAS A CONSULTAR	
	N.J.	Tolerancia																								
A	150	+20-0																								
B	250																									
C	50																									
D	180																									
E	610	+30-0																								
α	54																									
EMPLEO	<p>Medianas estrechas (anchura < 3,00 m ; tabla 8 O.C.). Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Aconsejable su empleo en vías suburbanas de IMD elevada.</p>																									
CLASE	M																									
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																							
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---																							
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	---																							
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	---																							
Deformabilidad	Nula	Escasa	---																							
Conservación	Buena	Buena	---																							
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																								
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																						
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																						
		* En redacción																								

BARRERA DE HORMIGON DOBLE BHDEJ0/0a

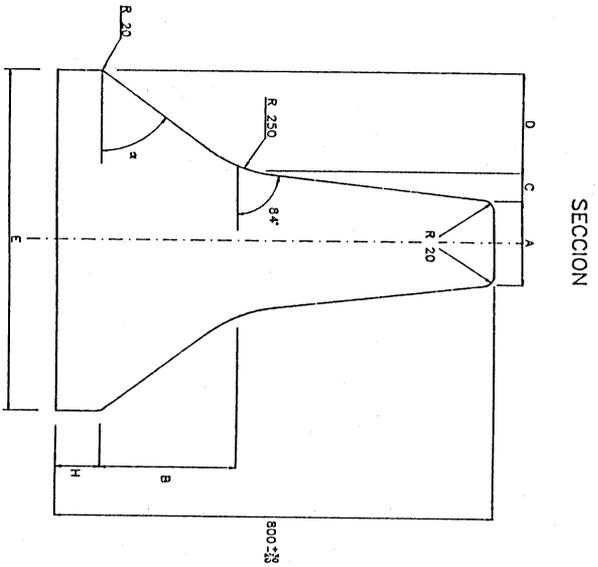
ELEMENTOS CONSTITUYENTES

B.1.1/2

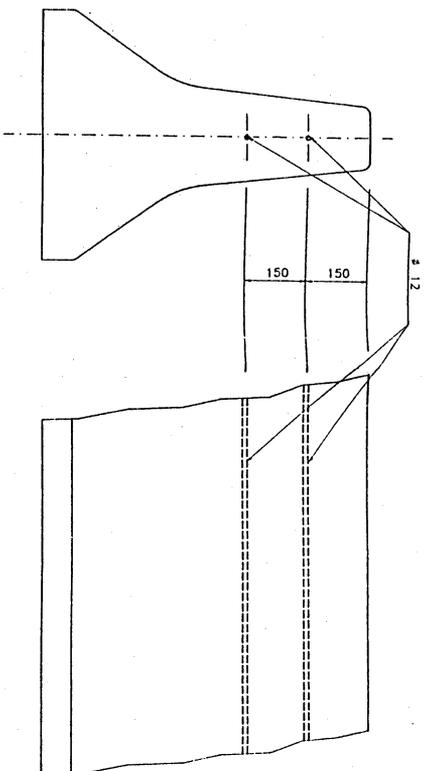
N.L.J.	F	Tolerancia
A	150	+20-0
B	250	180
C	50	57
D	180	125
E	610	+30-0
H	80	+30-10
α	54	55

Valores en mm

Previa justificación, podrá modificarse algunos de estas cotas, con las mismas tolerancias, salvo los ángulos del perfil y la altura total del talón. La altura total podrá aumentarse pero no disminuirse. El talón H podrá llegar hasta 150 mm si se prevé un refuerzo del firme a muy corto plazo

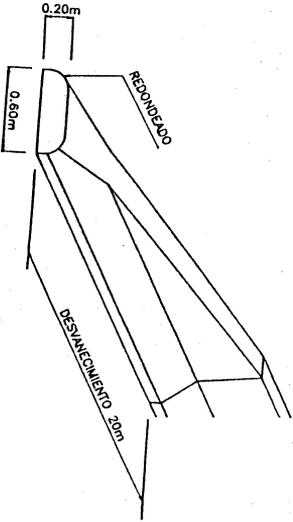


SECCION

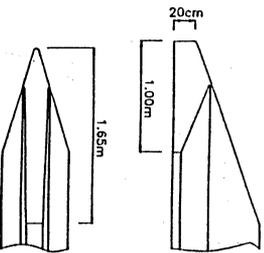


ARMADURA

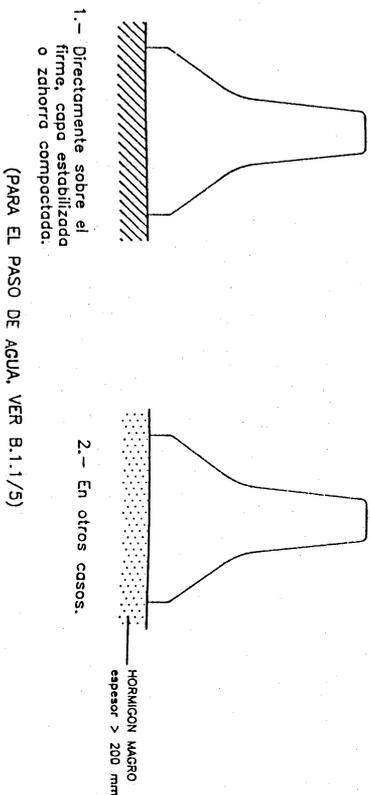
DESVANECIMIENTO DE BHD DE CARA AL TRAFICO



DESVANECIMIENTO DE BHD NO ENFRENTADA AL TRAFICO



CIMENTACION



1.- Directamente sobre el firme, capa estabilizada o zehorra compactada.

(PARA EL PASO DE AGUA, VER B.1.1/5)

2.- En otros casos.

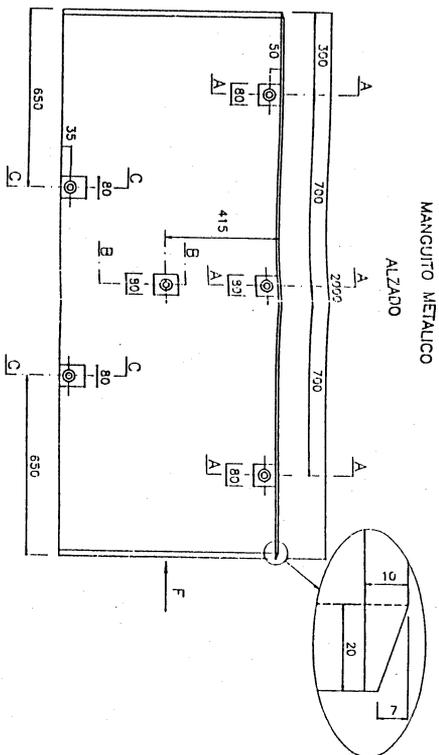
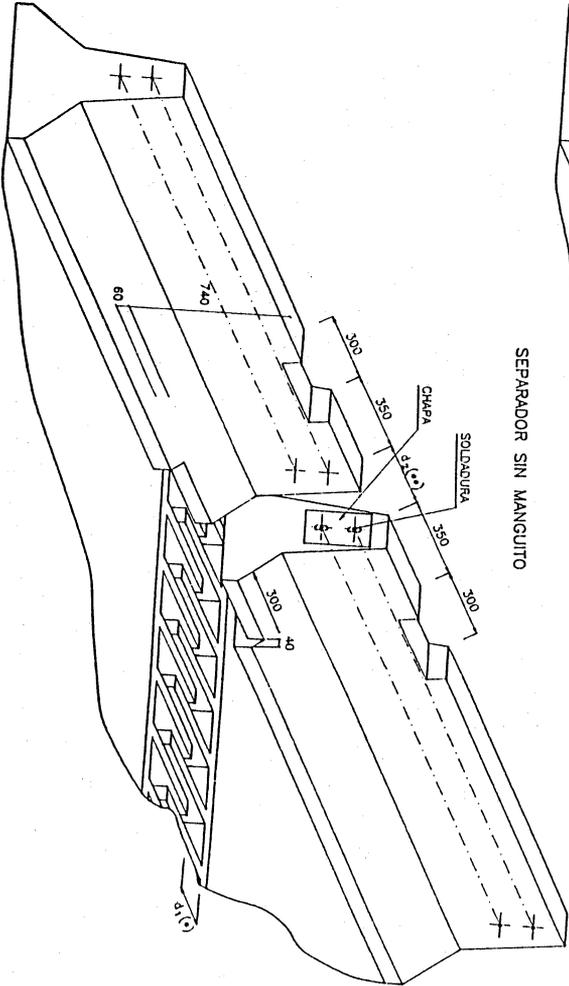
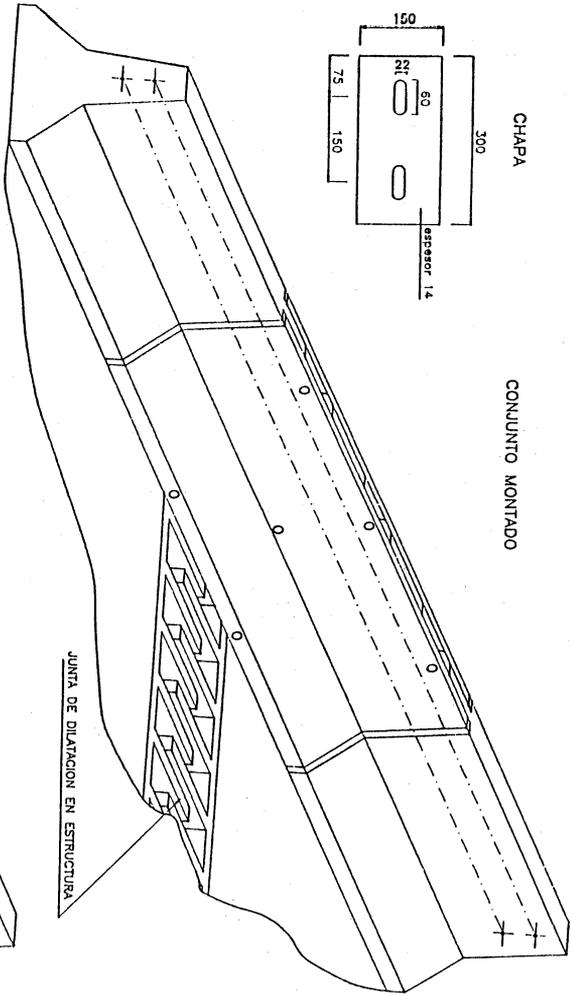
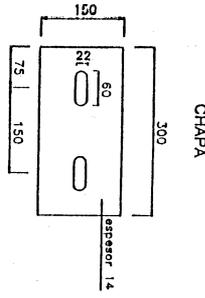
HORMIGON MACRO espesor > 200 mm

BARRERA DE HORMIGON DOBLE BHDEJO/0d

DETALLES CONSTRUCTIVOS SOBRE JUNTA DE DILATACION

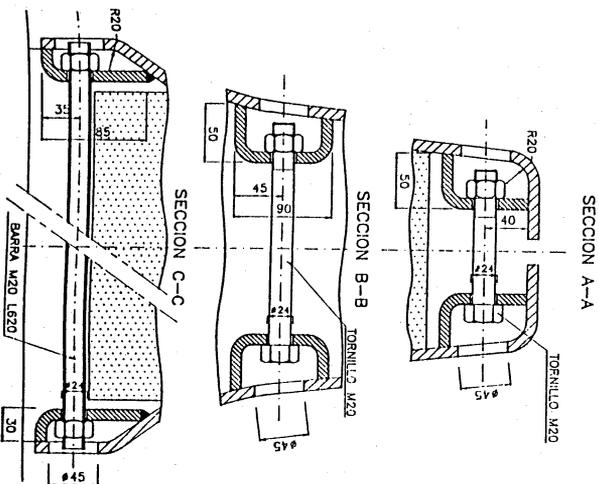
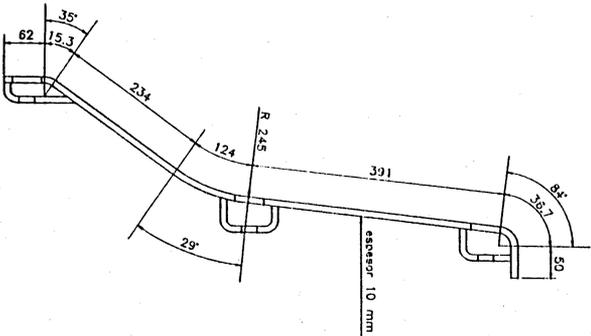
B.1.1/3

MANGUITO METALICO EN BARRERA BHD SOBRE JUNTA DE DILATACION CON RECORRIDO MAYOR QUE 20 mm



VISTA POR F (COTAS DE LA FIBRA NEUTRA)

SECCIONES TRANSVERSALES DEL MANGUITO METALICO

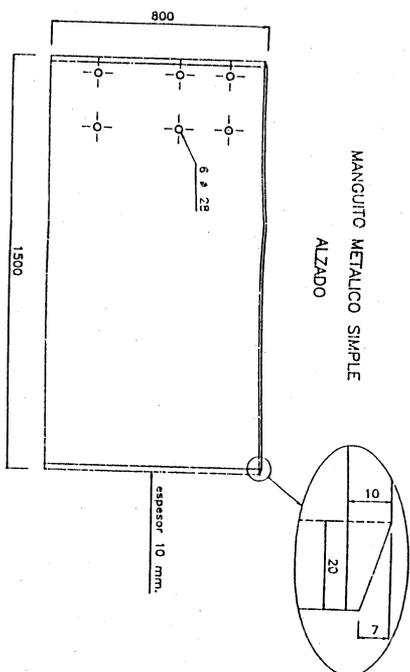
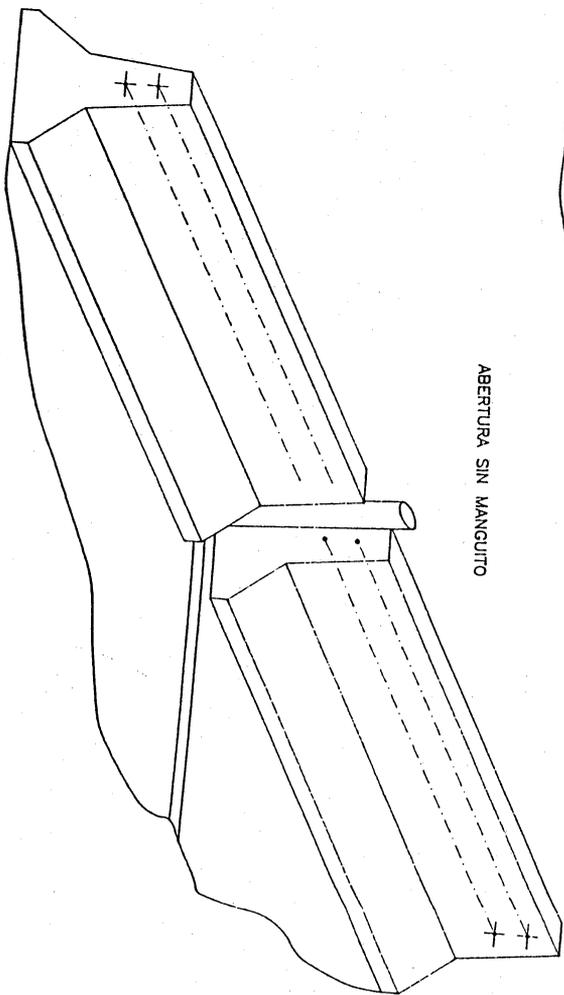
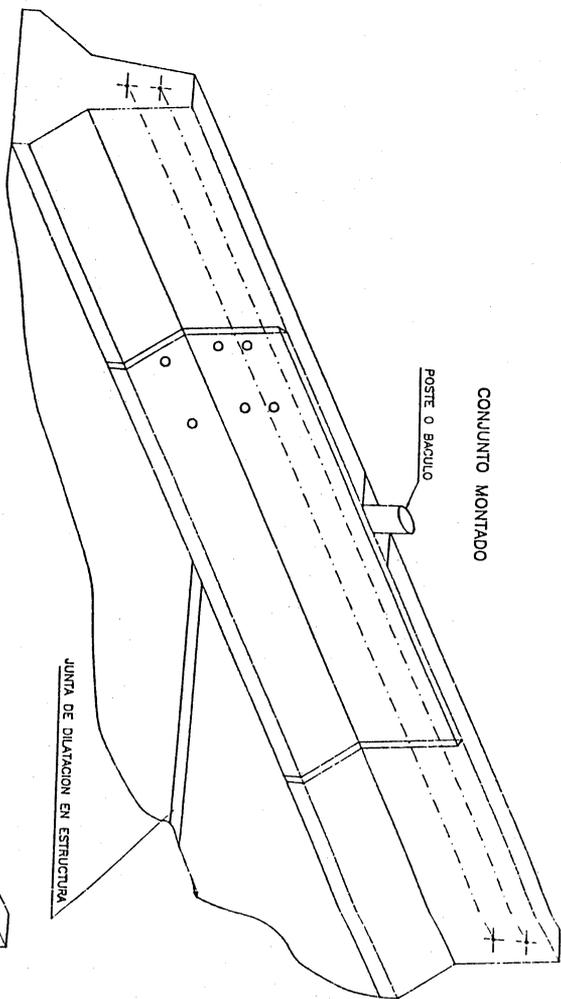


(*) d_1 = ABERTURA DE LA JUNTA AL COLOCAR LA BARRERA
(**) $d_2 = d_1 + 200$

BARRERA DE HORMIGON DOBLE BHEJO/0d

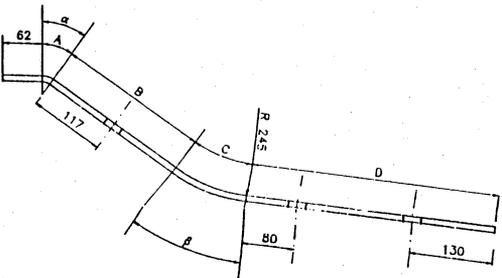
DETALLES CONSTRUCTIVOS EN JUNTA DE DILATACION, POSTES O BACULOS

B.1:1/4



MANGUITO METALICO SIMPLE ALZADO

SECCION (CORTAS DE LA FIBRA NEUTRA)



N.L.	F
A	15,7 15,3
B	234 146
C	128,2 124
D	391 462
a	36 35
f	30 29

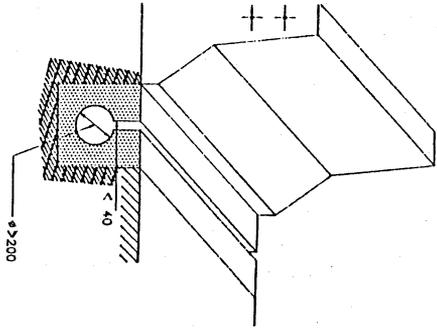
ANCLAJES IGUAL A B.1.1/5

BARRERA DE HORMIGON DOBLE BHDEJO/0d

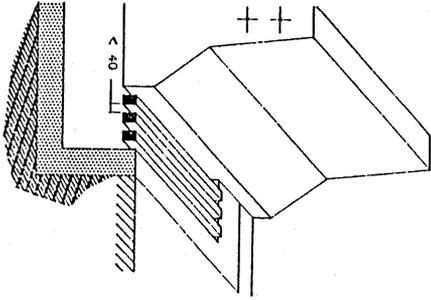
DETALLES CONSTRUCTIVOS. DESAGÜES Y PASOS DE AGUA

B.1.1/5

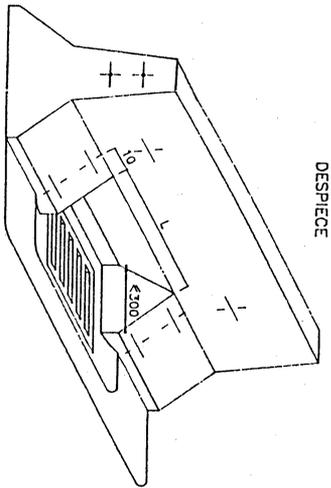
a) SUMIDERO CONTINUO
PIEZA PREFABRICADA O CON ENCOFRADO PERDIDO CON TUBO DE P.V.C.



b) ARQUETA CON REJILLA PISABLE

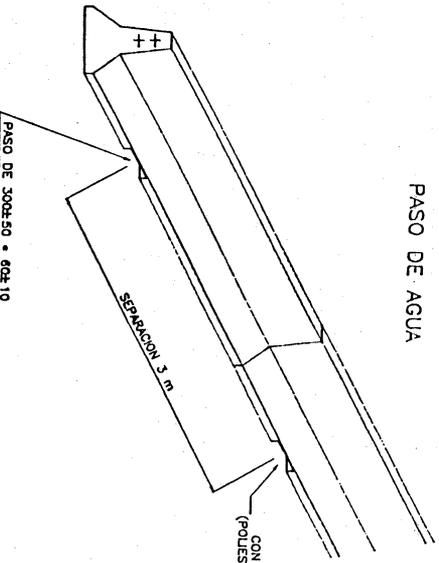


c) CON SUMIDERO Y MANGUITO METALICO



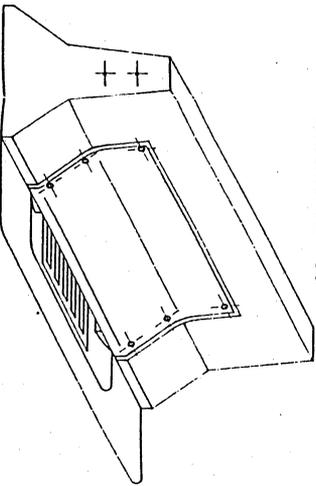
DESPIECE

PASO DE AGUA

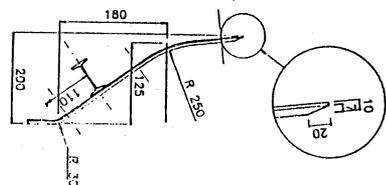
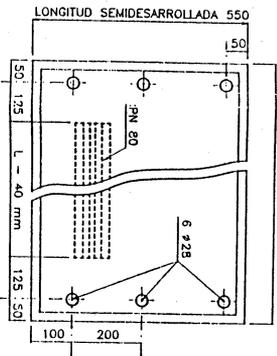


PASO DE 3.00x.50 + 0.0x.10

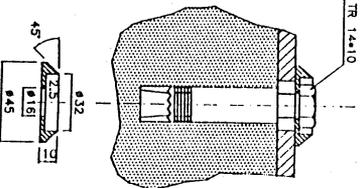
CONJUNTO MONTADO



MANGUITO PARA EL CASO c)



ANCLAJE CON TORNILLO TR 14x10



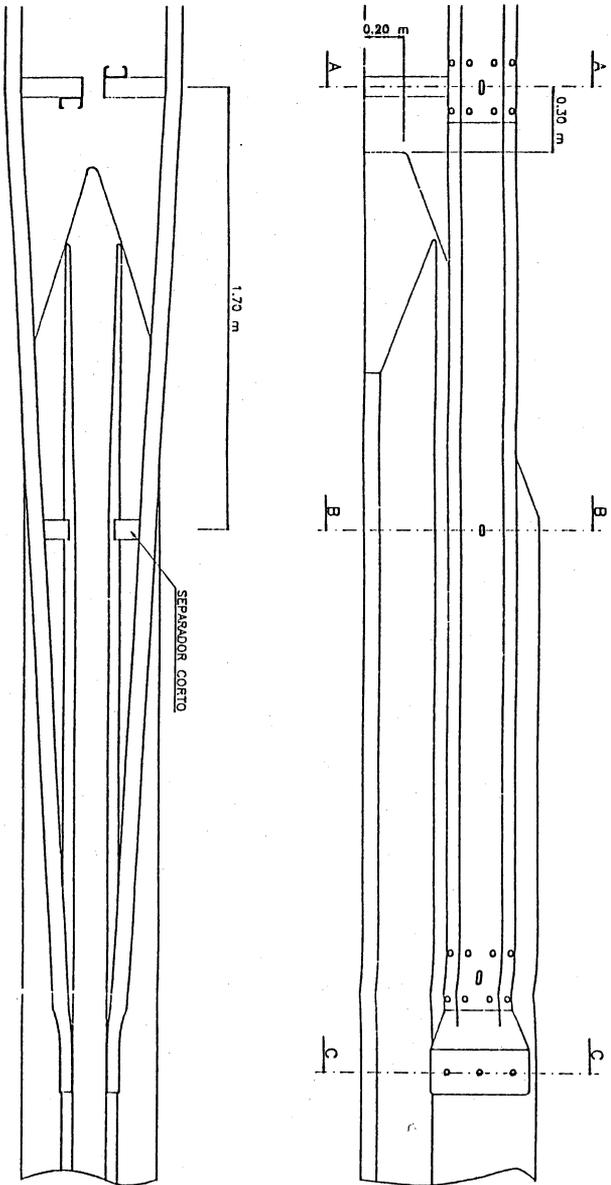
ARANDELA

BARRERA DE HORMIGON DOBLE
BHDEJO/0d

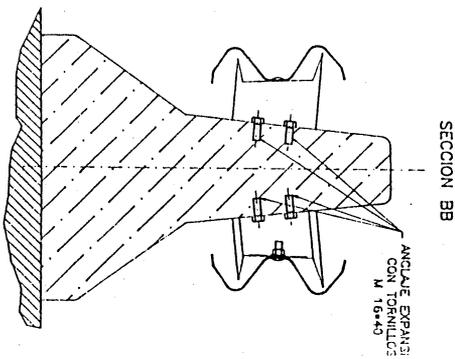
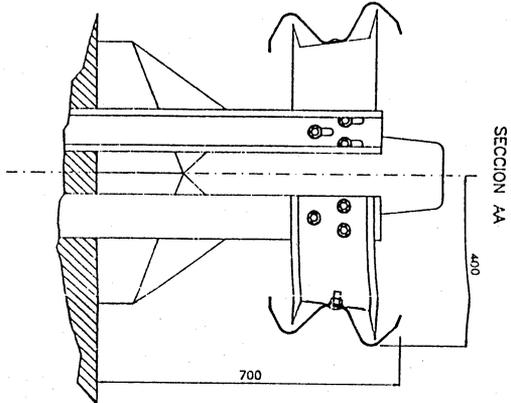
DETALLES CONSTRUCTIVOS
CONEXIONES A BMS Y BMD

B.1.1/6

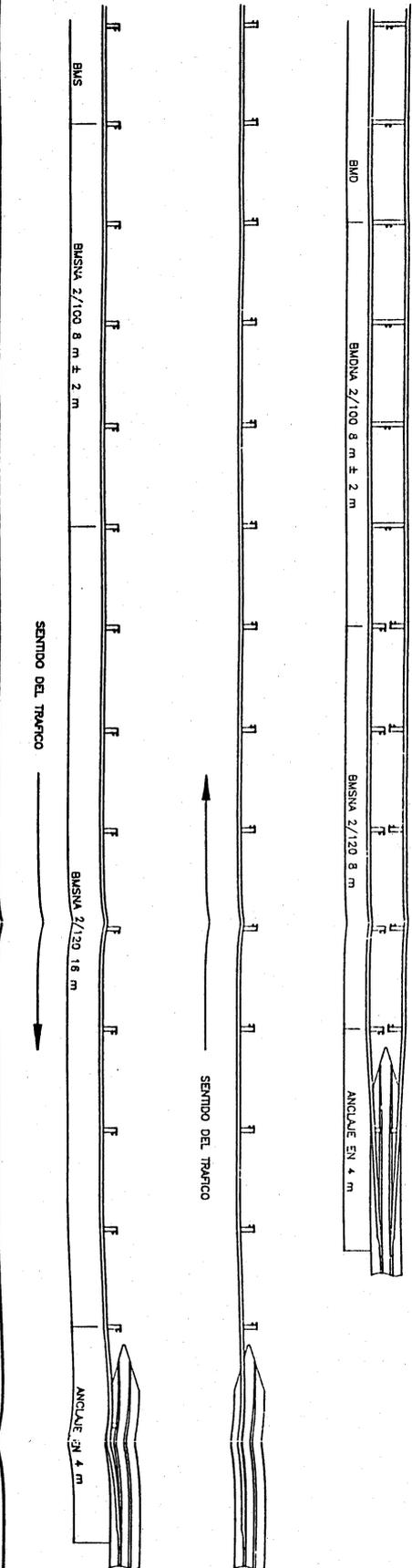
DISPOSICION EN LA ZONA DE ANCLAJE



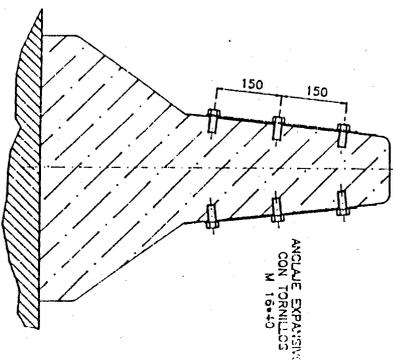
SECCIONES DE LA ZONA DE ANCLAJE



ESQUEMA DE LA TRANSICION DE BM A BH



ANCLAJE IGUAL A B.1.1/5



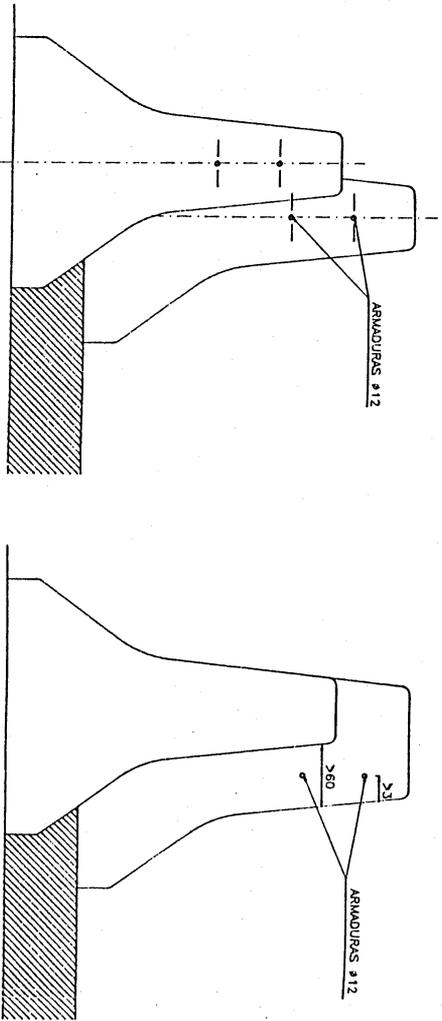
ANCLAJE EXPANSIVO
CON TORNILLOS
M 16x40

BARRERA DE HORMIGON DOBLE BHDDEJO/0d

DETALLES CONSTRUCTIVOS. RECRECIMIENTO Y REPARACION.

B.1.1/7

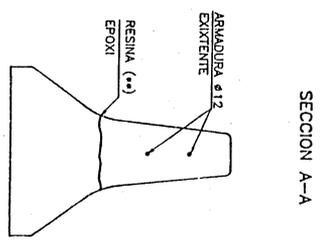
RECRECIMIENTO DE B.H.D.



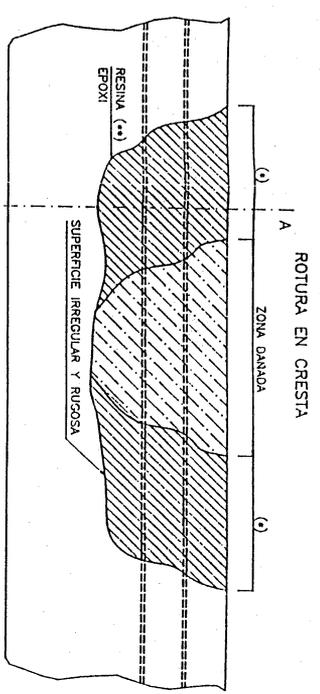
a) MEDIANTE RECRECIMIENTO A UNA CARA. ARMADURAS CENTRADAS.

b) MEDIANTE RECRECIMIENTO A UNA CARA. ARMADURAS DESCENTRADAS.

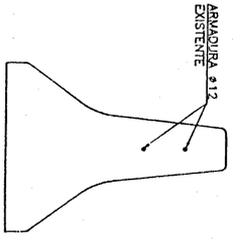
REPARACIONES EN BH



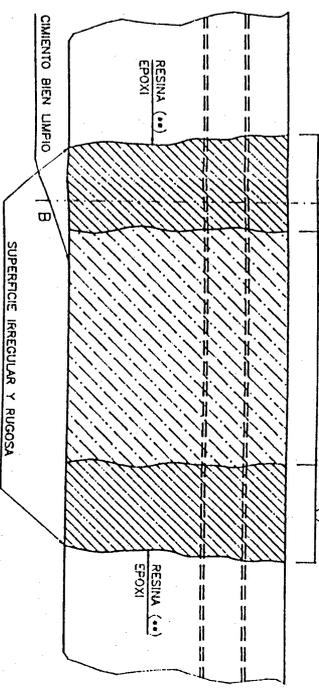
SECCION A-A



ROTURA EN CRESTA

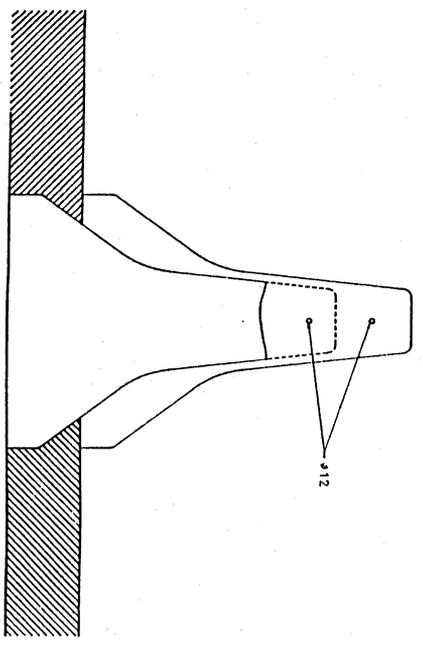


SECCION B-B



ROTURA EN PIE

c) POR DEMOLUCION PARCIAL Y RECONSTRUCCION DEL PERFIL.



(*) ELIMINAR EL HORMIGON PARA DESCUBRIR AL MENOS 50 cm DE ARMADURA. ELIMINAR POLVO Y ZONAS FISURADAS. COLOCAR ARMADURAS CON SOLAPE SOLDADO EN 50 cm DE CADA EXTREMO.

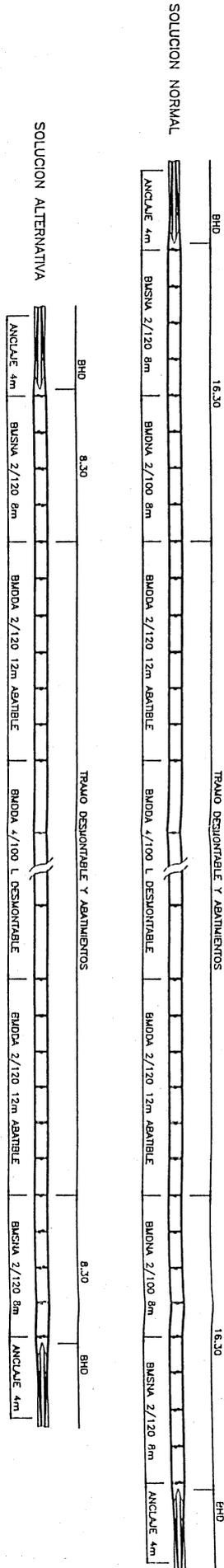
(**) RESINA EPOXI. APLICADA SOBRE SUPERFICIE DE HORMIGON SANEADO Y LIMPIO.

BARRERA DE HORMIGON DOBLE
BHDEJO/0d

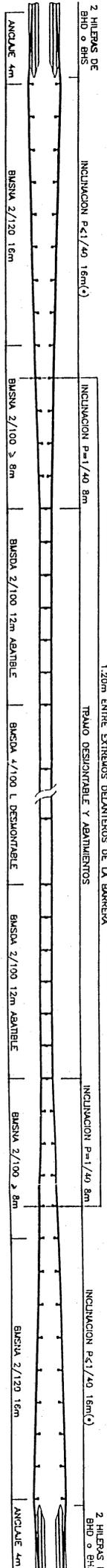
DETALLES CONSTRUCTIVOS TRAMOS DESMONTABLES

B.1.1/8

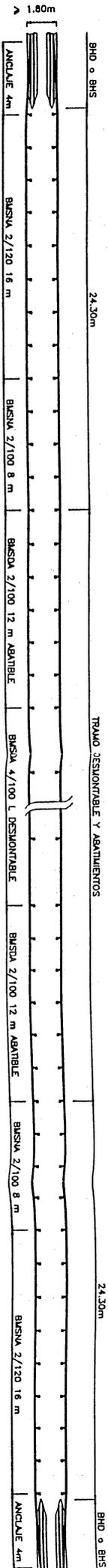
SOLUCION CON BMD 4/100



SOLUCION CON BMD 4/100 Y BHD DOBLE



SOLUCION CON BMS 4/100 Y BHD DOBLE



(*) ESTAS LONGITUDES DEPENDEN DE LA DISTANCIA ENTRE LAS DOS HILERAS DE BHD

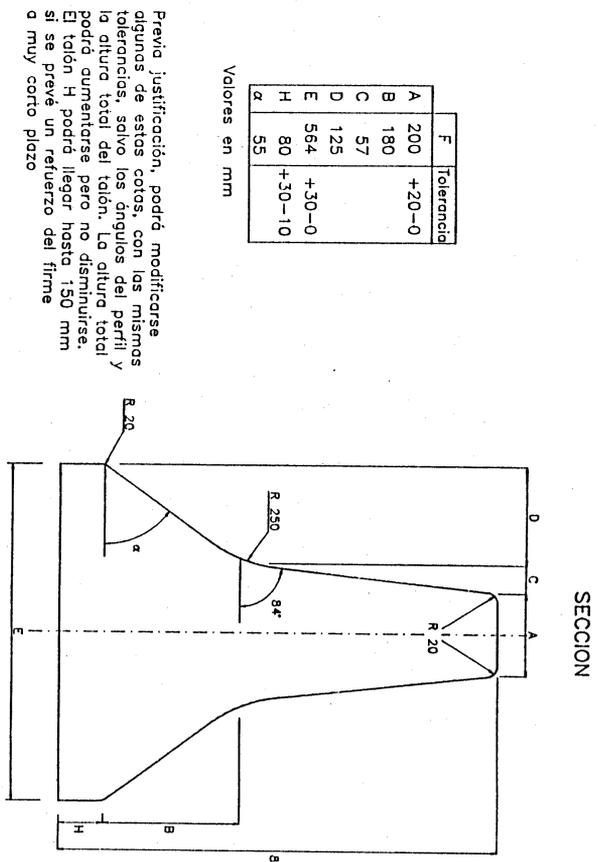
BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA BHDPF3/1a		DEFINICION	B.1.2/1																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F</th> <th>Tolerancia:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>200</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>125</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>564</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>55</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			F	Tolerancia:	A	200	+20-0	B	180		C	57		D	125		E	564	+30-0	α	55		FICHAS A CONSULTAR B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/8	
	F	Tolerancia:																						
A	200	+20-0																						
B	180																							
C	57																							
D	125																							
E	564	+30-0																						
α	55																							
EMPLEO	Medianas estrechas (anchura < 3,00 m ; tabla 8 O.C.). Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Recomendado el empleo del perfil "F" frente al "New Jersey" con tráfico elevado de vehículos ligeros. Aconsejable su empleo en vías suburbanas de IMD elevada. Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.																							
CLASE	M																							
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																					
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---																					
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	---																					
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	---																					
Deformabilidad	Nula	Escasa	---																					
Conservación	Buena	Buena	---																					
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																						
MATERIALES		NORMAS UNE	OTRAS NORMAS																					
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *	EH 91 B.S. 6579 Part.8																					
		* En redacción																						

BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA BHDPF3/1d

ELEMENTOS CONSTITUYENTES

B.1.2/2

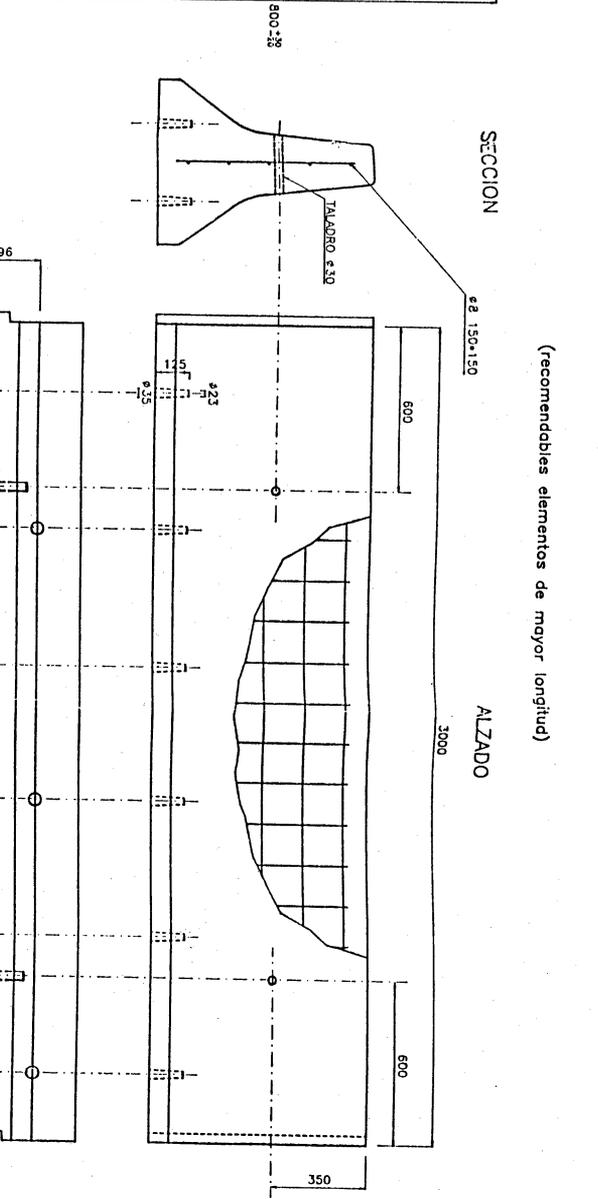
(recomendables elementos de mayor longitud)



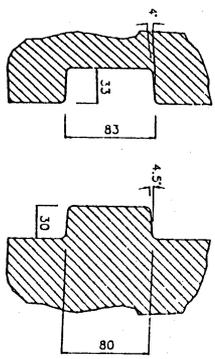
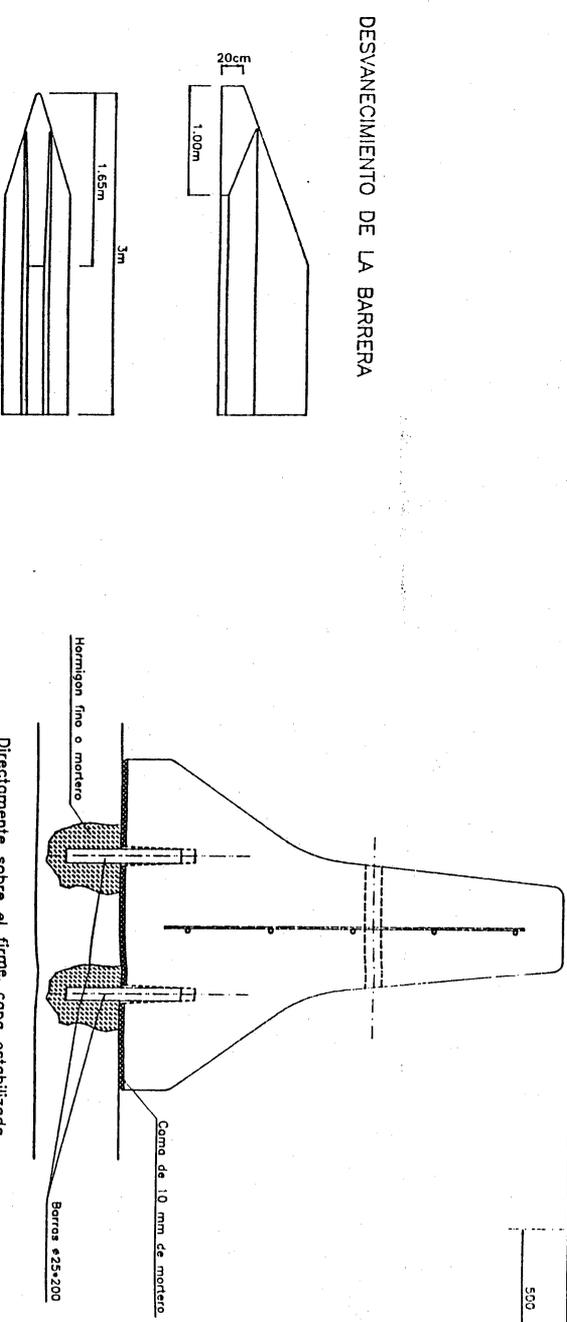
	F	Tolerancia
A	200	+20-0
B	180	
C	57	
D	125	+30-0
E	564	+30-10
H	80	+30-10
α	55	

Valores en mm

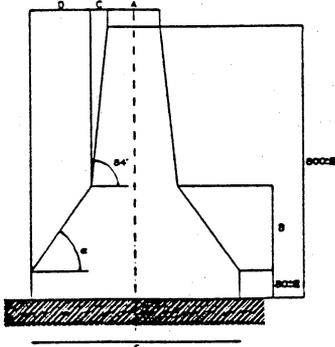
Previa justificación, podrá modificarse algunos de estos datos, con las mismas tolerancias, salvo los ángulos del perfil y la altura total del talón. La altura total podrá aumentarse pero no disminuirse. El talón H podrá llegar hasta 150 mm si se prevé un refuerzo del firme a muy corto plazo

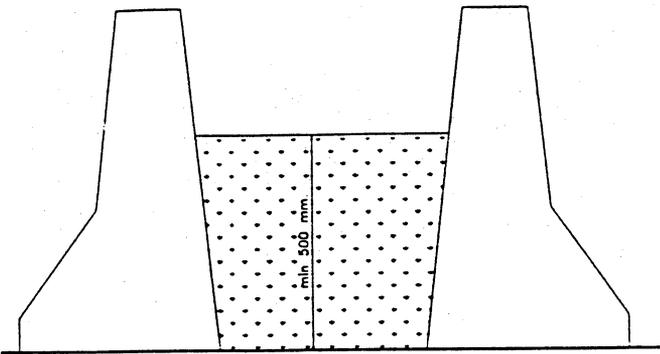


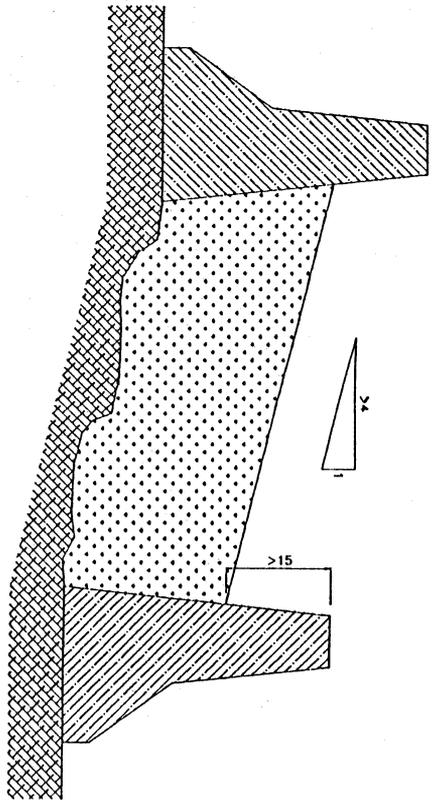
ASENTAMIENTO Y ANCLAJES



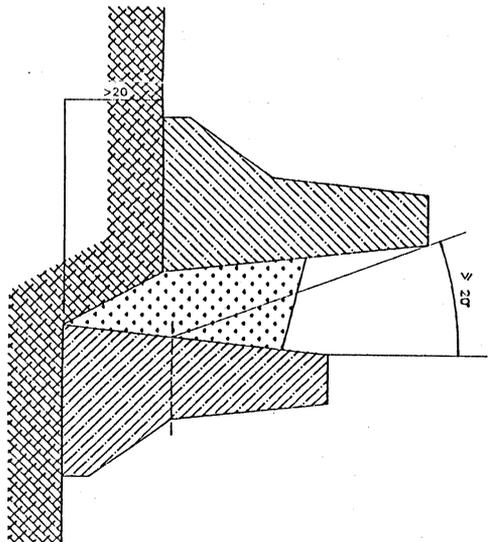
Directamente sobre el firme, capa estabilizada u hormigon magro
 NOTA: Los detalles de instalación son solo indicativos.

BARRERA DE HORMIGON DOBLE		DEFINICION		B.1.3/1																						
BHDEF0/0a		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>200</td> <td>+20-0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>180</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>125</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>564</td> <td>+30-0</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>55</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 			F	Tolerancia	A	200	+20-0	B	180		C	57		D	125		E	564	+30-0	α	55		FICHAS A CONSULTAR B.1.1/2 B.1.1/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/7 B.1.1/8	
	F	Tolerancia																								
A	200	+20-0																								
B	180																									
C	57																									
D	125																									
E	564	+30-0																								
α	55																									
EMPLEO	<p>Medianas estrechas (anchura < 3,00 m ; tabla 8 O.C.). Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Recomendado el empleo del perfil "F" frente al "New Jersey" con tráfico elevado de vehículos ligeros. Aconsejable su empleo en vías suburbanas de IMD elevada.</p>																									
CLASE	M																									
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO																							
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---																							
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	---																							
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	---																							
Deformabilidad	Nula	Escasa	---																							
Conservación	Buena	Buena	---																							
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91																								
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS																						
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91																						
		* En redacción																								

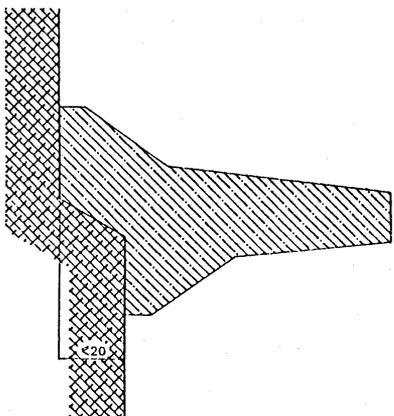
DOS HILERAS DE BHS CON JARDINERA 2 × BHSEJ0/1a		DEFINICION		B.1.4/1
			FICHAS A CONSULTAR A.1.2/2 A.1.2/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/8	
EMPLEO	Equivalente a 2 × BHD. Medianas con distancia d entre bordes de la calzada $1,50 \text{ m} \leq d \leq 6 \text{ m}$ Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Deben cuidarse especialmente los problemas de drenaje y conservación de la vegetación de la jardinera. En mediana de pendiente > 1:10 cada hilera se establecerá independientemente.			
CLASE	M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Escasa	Escasa	---	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	--	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	--	
Deformabilidad	Nula	Nula	--	
Conservación	Optima	Buena	--	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91
		* En redacción		



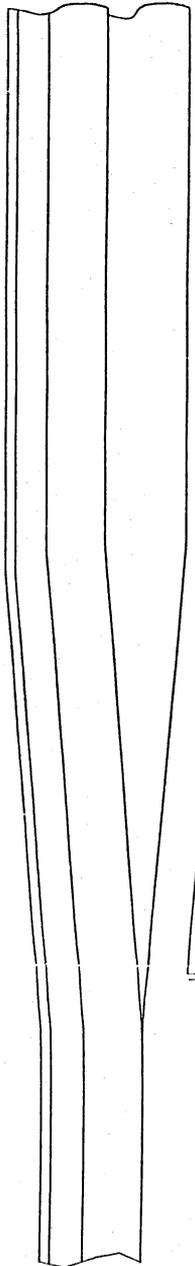
DISPOSICION EN MEDIANAS CON PENDIENTE



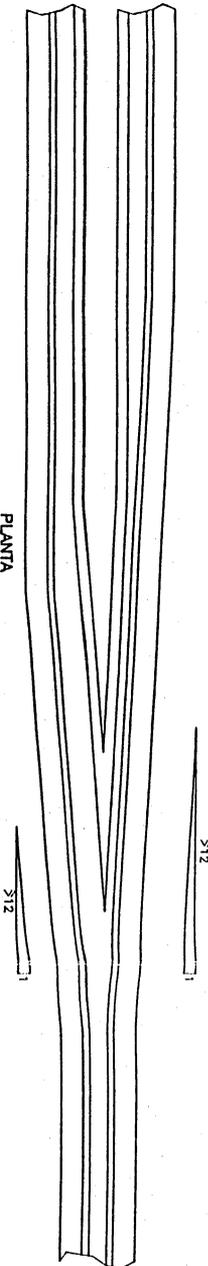
DISPOSICION EN MEDIANAS
CON DESNIVELES > 20 cm.



DISPOSICION EN MEDIANAS CON BHD

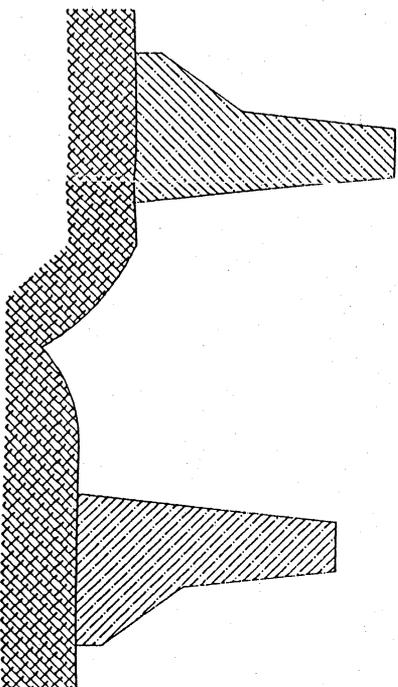


ALZADO



PLANTA

TRANSICION ENTRE 2*BHS A DESNIVEL Y BHD



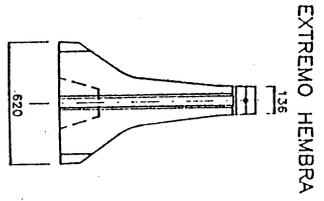
DISPOSICION EN MEDIANAS CON 2*BHS INDEPENDIENTES
APARTADO 5.1.2 O.C.

BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA BHDPJ6/0a		DEFINICION		B.1.5/1
		FICHAS A CONSULTAR B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/8		
		EMPLEO Medianas estrechas (anchura < 3,00 m ; tabla 8 O.C.). Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). No emplear en vías urbanas con tráfico muy intenso, por las dificultades de reposición (necesidad de corte de algún carril). Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.		
CLASE		P		
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO
Disipación de energía		Escasa	--	Apreciable
Posibilidad de redireccionamiento		Optima	--	Buena
Posibilidad de ser franqueado		Nula	--	Media
Deformabilidad		Mínima	--	Apreciable
Conservación		Buena	--	Buena
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91	
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$) Armauras: AEH400 Acero: A42b Barra y manguito: "diwidag"		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91 EH 91
		* En redacción		

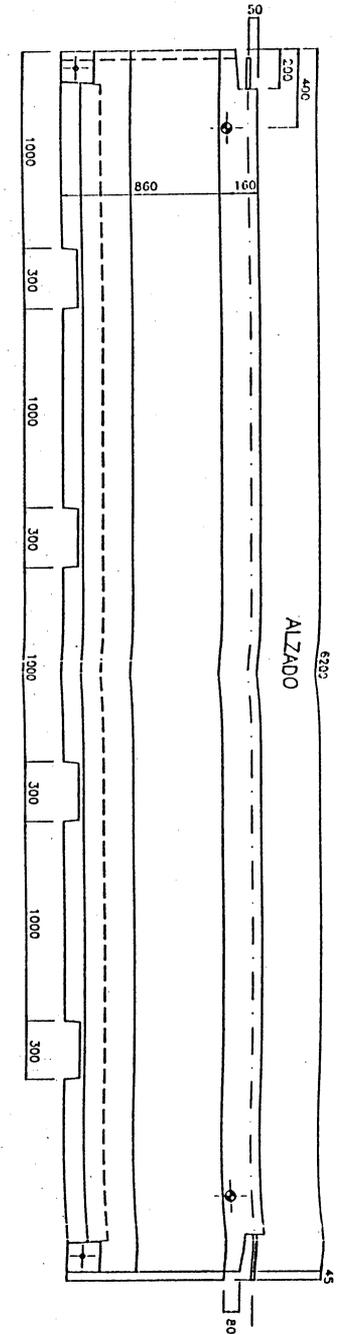
BARRERA DE HORMIGON DOBLE
 PREFABRICADA
 BHDPJ6/0d

ELEMENTOS CONSTITUYENTES

B.1.5/2

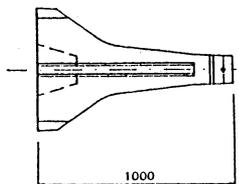


EXTREMO HEMBRA

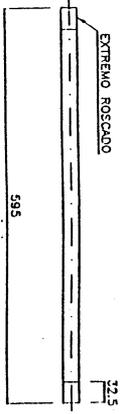


ALZADO

PLANTA



EXTREMO MACHO



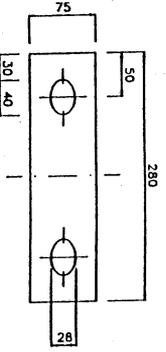
BARRA DE UNION $\phi 24$

BARRA PARA PRETENSADO $\phi 20$

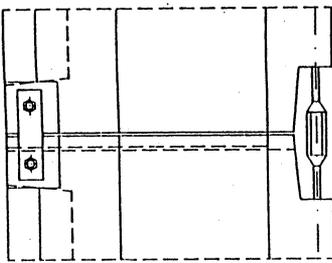
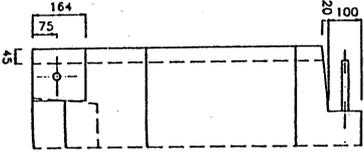
ALZADO DE LOS EXTREMOS

ALZADO DE LA JUNTA

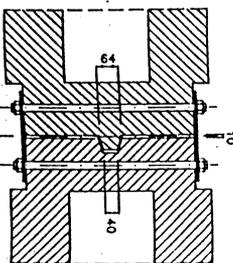
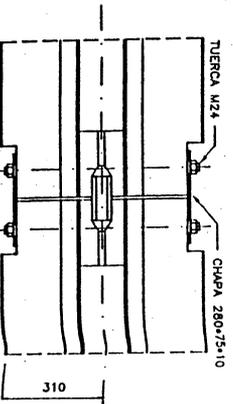
DETALLE CHAPA DE UNION
 280*75*10



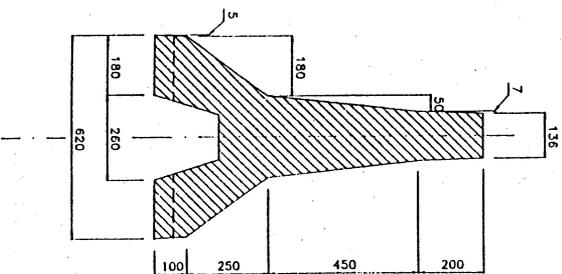
DETALLE EN PLANTA DE LA UNION SUPERIOR



SECCION EN LA BASE



SECCION INTERMEDIA

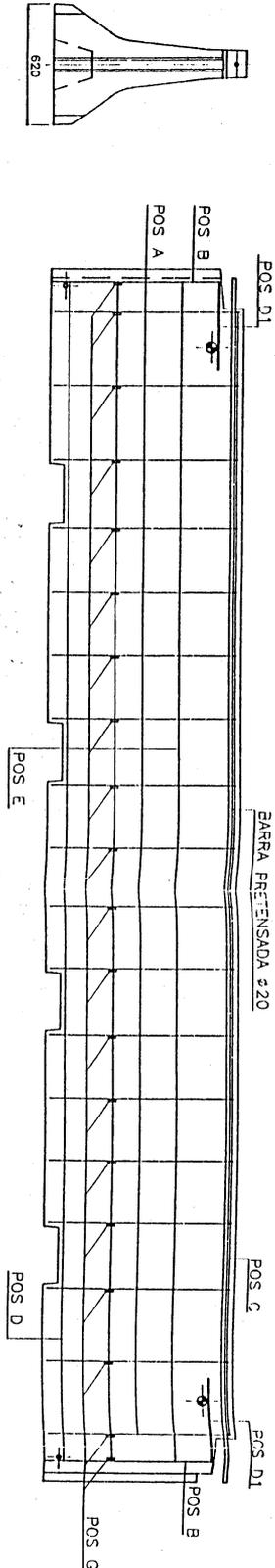


BARRERA DE HORMIGON DOBLE PREFABRICADA BHDPJ6/0d

ARMADURAS

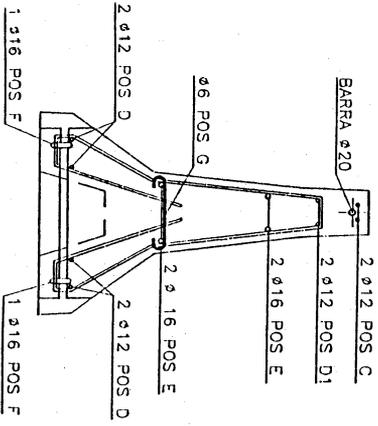
B.1.5/3

EXTREMO HEMBRA

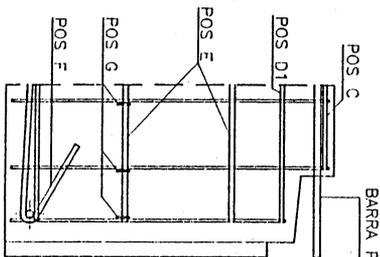


EXTREMO MACHO

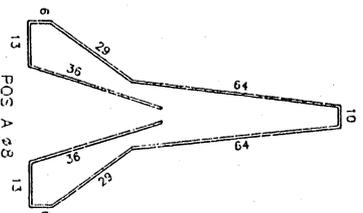
ARMADURA EN EL EXTREMO



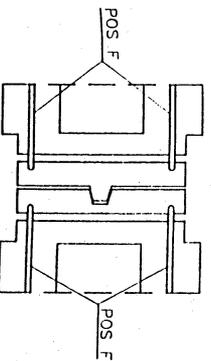
ALZADO DE LOS EXTREMOS



ARMADURA EN SECCION INTERMEDIA

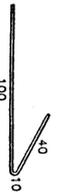


PLANTA
REFUERZO DE LOS MANGUITOS



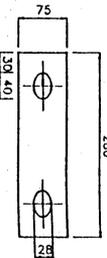
POSICION	N.	ϕ	L.unif.	L.tot.	kg.TOTAL.
POS.A	18	8	2.94	52.92	20.91
POS.B	2	8	2.65	5.30	2.09
POS.C	2	12	5.70	11.40	10.12
POS.D	4	12	6.13	24.52	21.77
POS.E	4	16	6.13	24.52	38.69
POS.F	4	16	1.50	6.00	9.46
POS.G	20	6	0.37	7.40	1.64
POS.D1	2	12	0.50	2.00	1.77
BARRA PRETENSADA $\phi 20$ L=6.18					15.23
					121.68

POS F $\phi 16$



POS G $\phi 6$

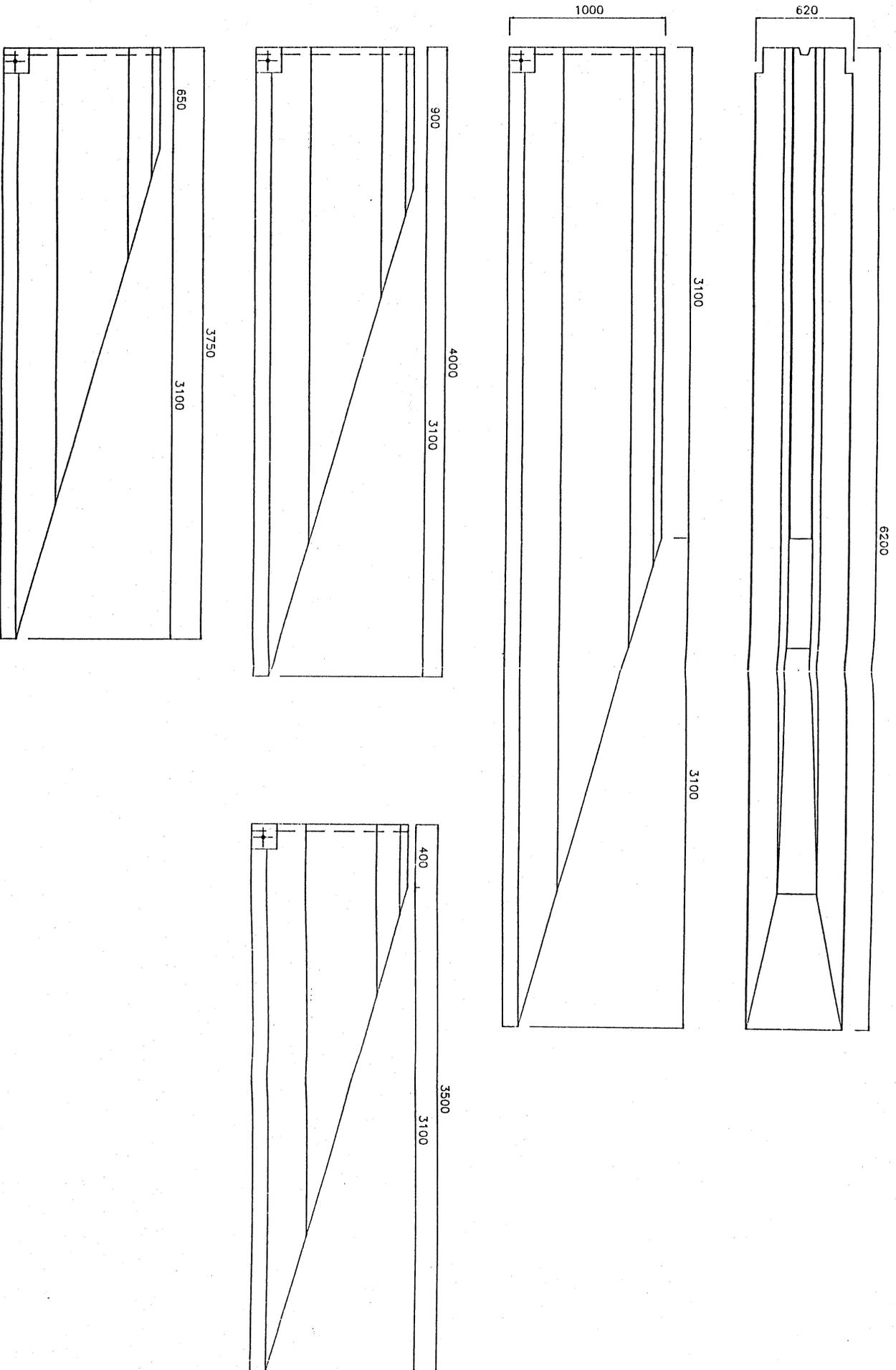
CHAPA 280*75*10



BARRERA DE HORMIGON DOBLE
PREFABRICADA
BHDPJ6/0a

ELEMENTO FINAL DE BARRERA

B.1.5/4

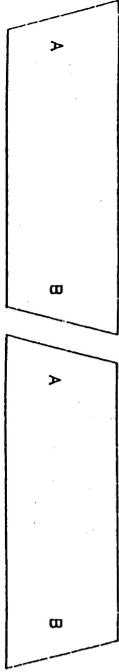


BARRERA DE HORMIGON SISTEMA TRIC-BLOC BHDPT2/0a		DEFINICION		B.1.6/1	
				FICHAS A CONSULTAR	
EMPLEO		<p>Carreteras con velocidad máxima permitida de 90 km/h. Medianas de anchura entre bordes de la calzada de 2,0 m a 3,0 m. Debe asegurarse la conservación, realineando la barrera y sustituyendo los bloques dañados después del impacto.</p>			
CLASE		L1			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	--	--	
Posibilidad de redireccionamiento		Optima	--	--	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	--	--	
Deformabilidad		Escasa	--	--	
Conservación		Media	--	--	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Conexiones: Acero A42b		UNE 135.111 * UNE 135.112 * UNE 37.501 UNE 37.507 UNE 37.508		EH 91	
		* En redacción			

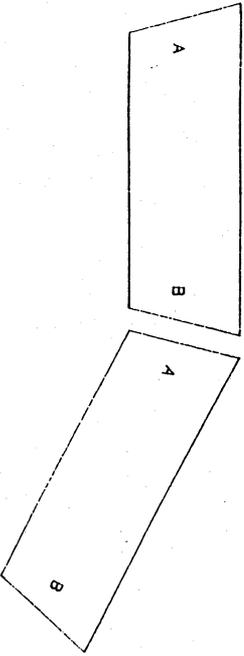
BARRERA DE HORMIGON SISTEMA
TRICBLOC
BHDPT2/0d

MONTAJE DE LA BARRERA

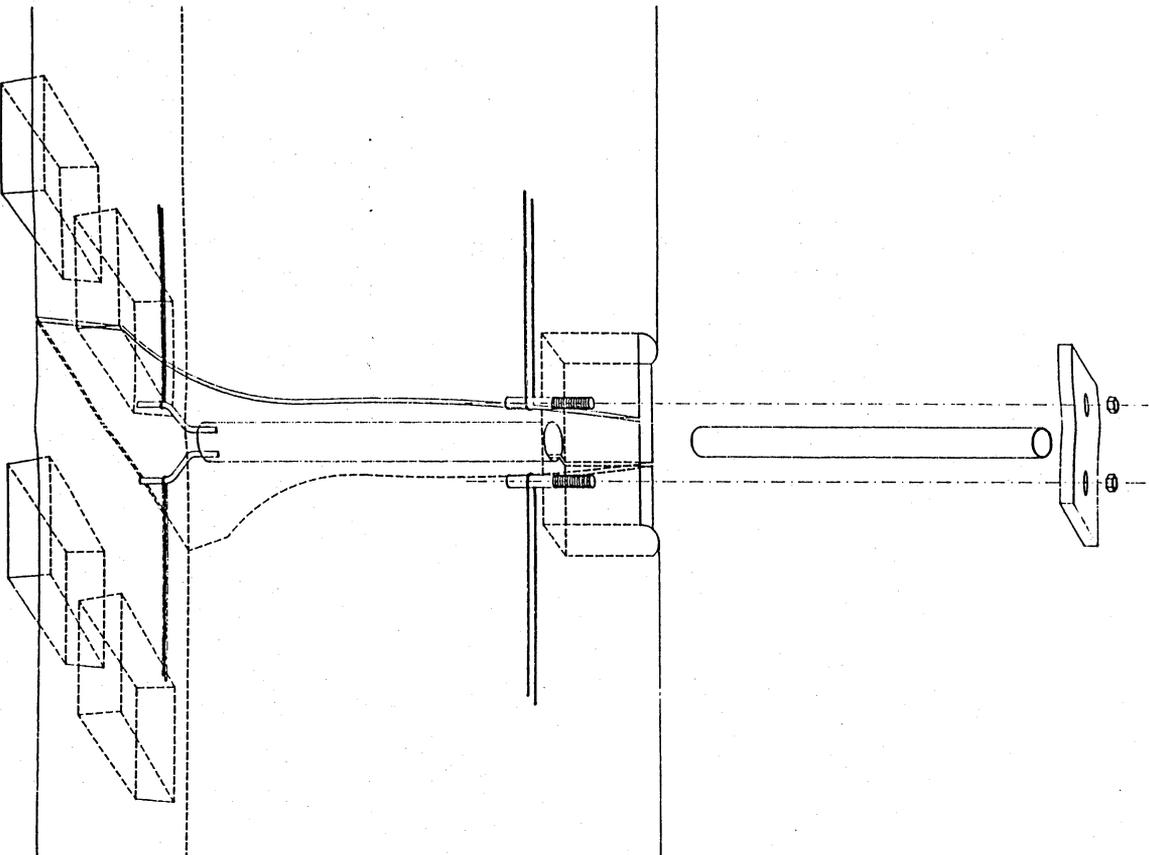
B.1.6/3



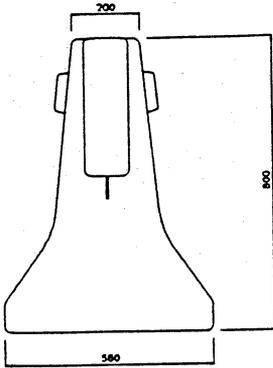
MONTAJE EN SECCION RECTA



MONTAJE EN SECCION CURVA



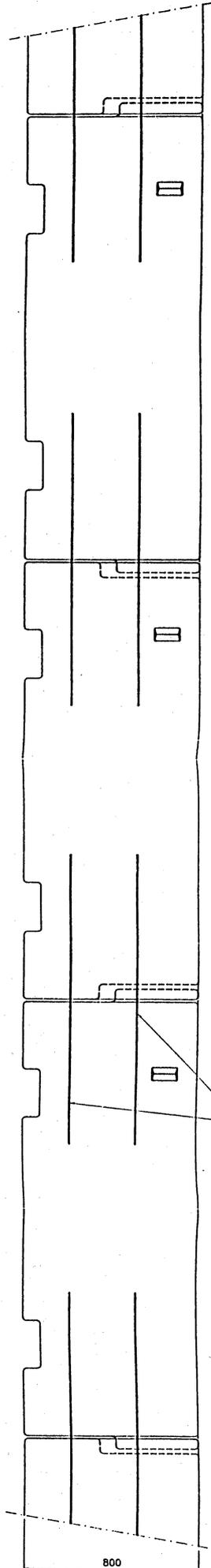
CONEXION DE ELEMENTOS

BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI IN SITU BHDXF0/0a		DEFINICION		B.1.7/1	
				FICHAS A CONSULTAR B.1.8/2 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6	
EMPLEO		Medianas estrechas (anchura < 3,00 m). Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Debe asegurarse la conservación, realineando la barrera y sustituyendo los bloques dañados después del impacto. Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	Escasa	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	Escasa	---	
Deformabilidad		Nula	Escasa	---	
Conservación		Buena	Buena	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Módulo (Resina de Poliester reforzado con fibra de vidrio)		UNE 135.111 *			
Hormigón ($f_{ck} \geq 17,5$ N/mm ²)		UNE 135.112 *		EH 91	
Acero: A42b				EH 91	
		* En redacción			

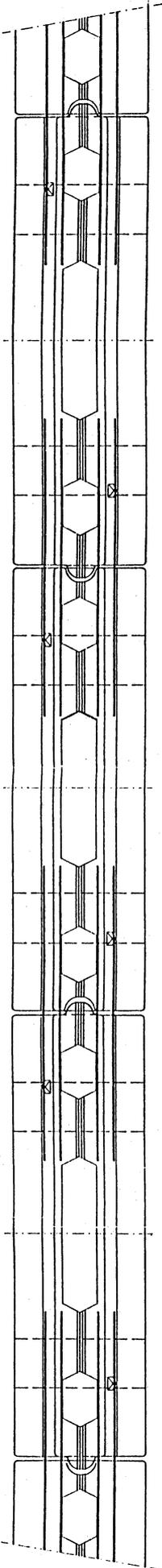
BARRERA DE HORMIGON
SISTEMA CAI IN SITU
BHDXF0/0d

ELEMENTOS CONSTITUYENTES

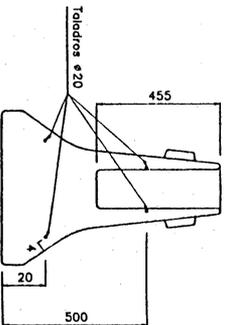
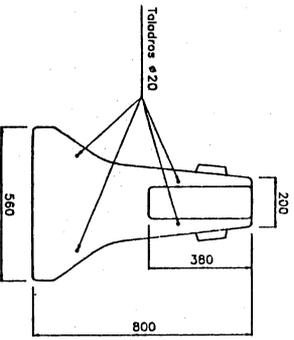
B.1.7/2



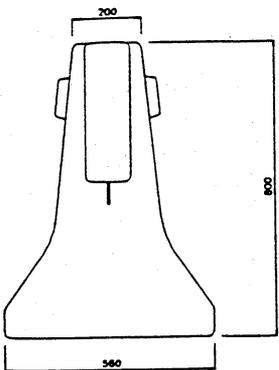
ALZADO



PLANTA



CARAS DE UNION DE LOS MODULOS

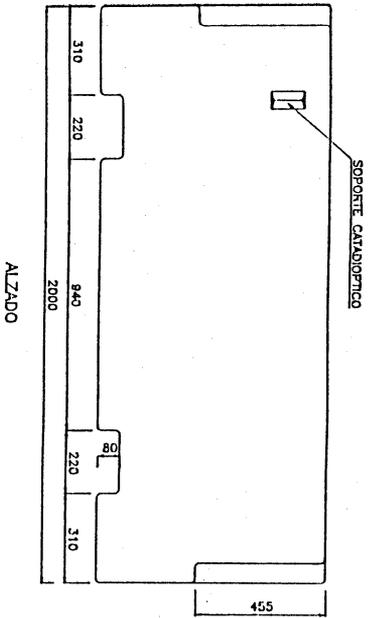
BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI BHDXF6/0a		DEFINICION		B.1.8/1	
				FICHAS A CONSULTAR B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6	
EMPLEO		Medianas estrechas (anchura < 3,00 m). Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 5-10 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	Escasa	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Buena	---	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	Escasa	---	
Deformabilidad		Escasa	Escasa	---	
Conservación		Media	Buena	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Módulo (Resina de Poliester reforzado con fibra de vidrio)		UNE 135.111 *			
Hormigón ($f_{ck} \leq 17,5 \text{ N/mm}^2$)		UNE 135.112 *		EH 91	
Acero: A42b				EH 91	
		* En redacción			

BARRERA DE HORMIGON
 SISTEMA CAI
 BHDXF6/0d

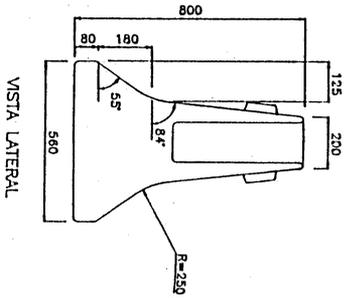
ELEMENTOS CONSTITUYENTES

B.1.8/2

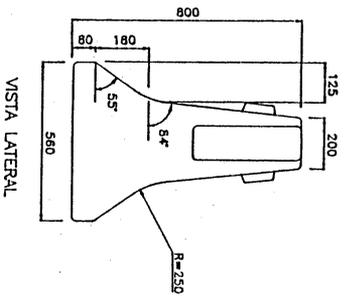
EXTREMO HEMBRA



ALZADO

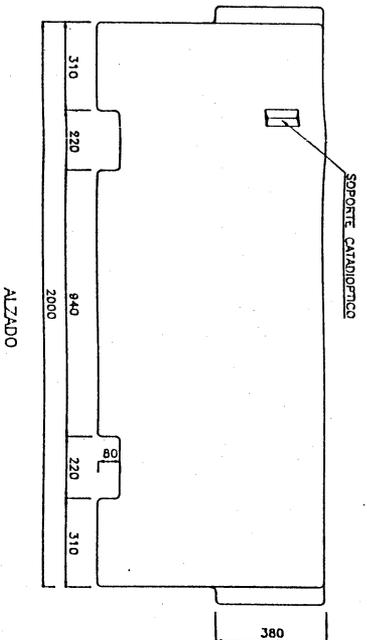


VISTA LATERAL

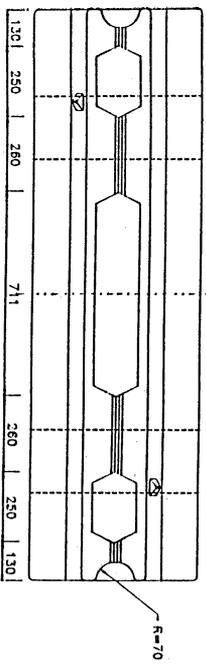


VISTA LATERAL

EXTREMO MACHO

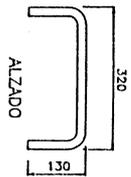


ALZADO



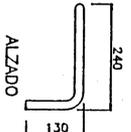
PLANTA

ELEMENTO DE UNION
 REDONDO Ø20



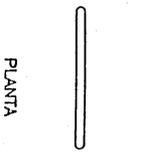
ALZADO

VISTA LATERAL

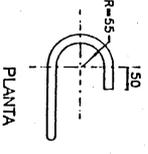


ALZADO

VISTA LATERAL

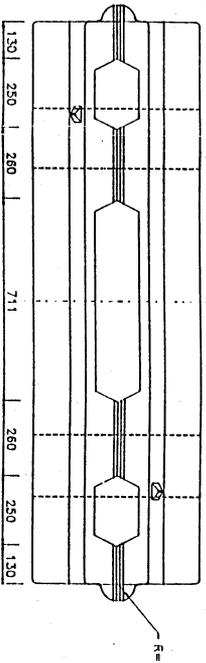


PLANTA

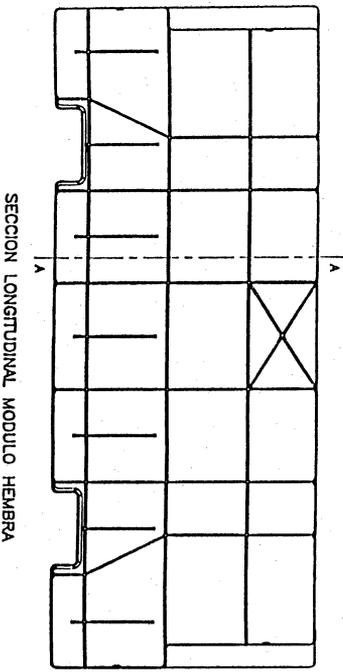


PLANTA

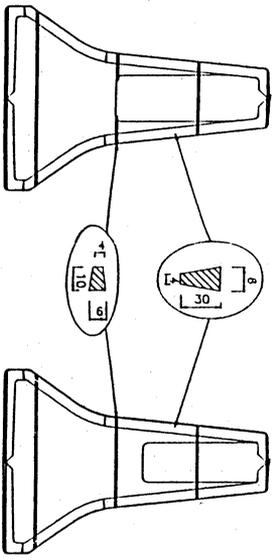
REFUERZO INTERIOR DEL MODULO



PLANTA

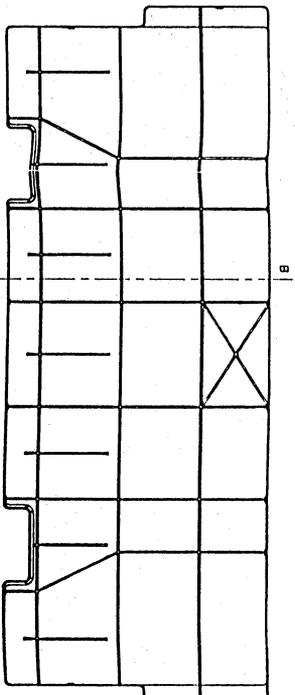


SECCION LONGITUDINAL MODULO HEMBRA



SECCION TRANSVERSAL A-A

SECCION TRANSVERSAL B-B



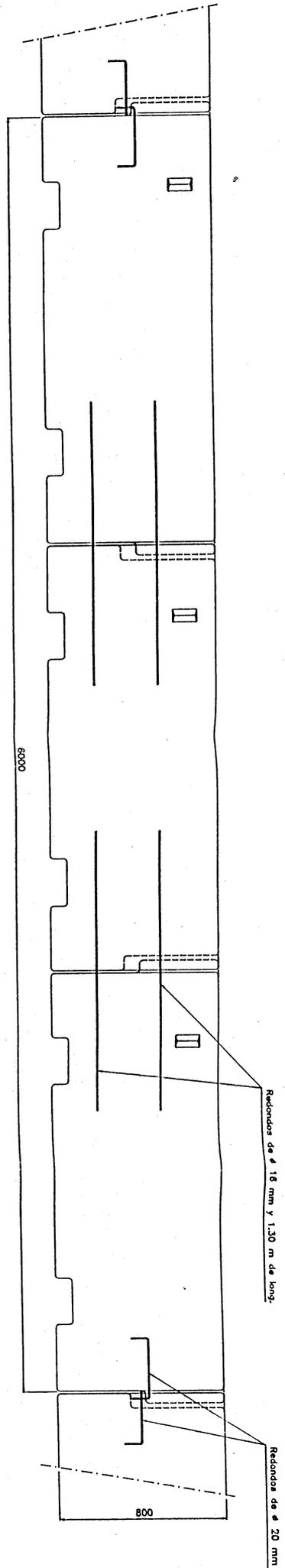
SECCION LONGITUDINAL MODULO MACHO

BARRERA DE HORMIGON
SISTEMA CAI
BHDXF6/0a

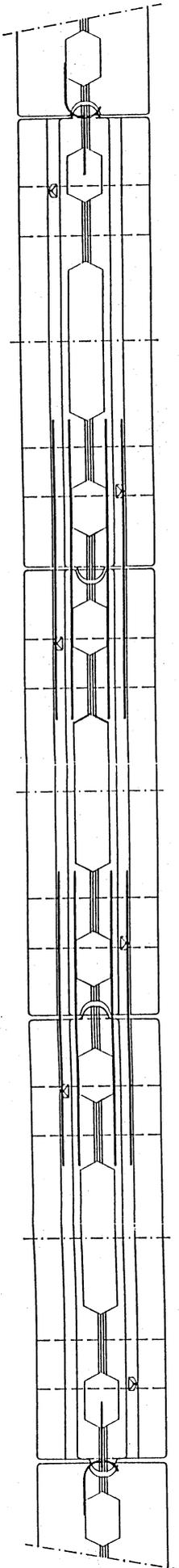
DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS

B.1.8/3

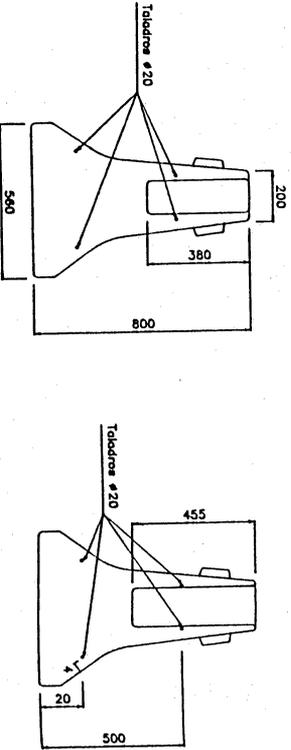
ALZADO



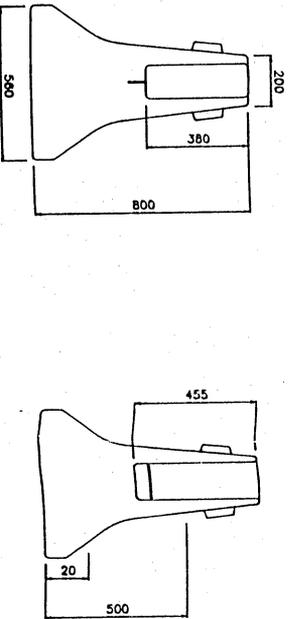
PLANTA



CARAS DE UNION DE LOS MODULOS



VISTAS LATERALES DE LOS ELEMENTOS

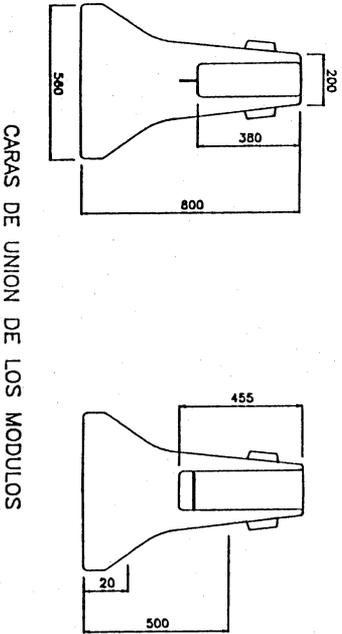
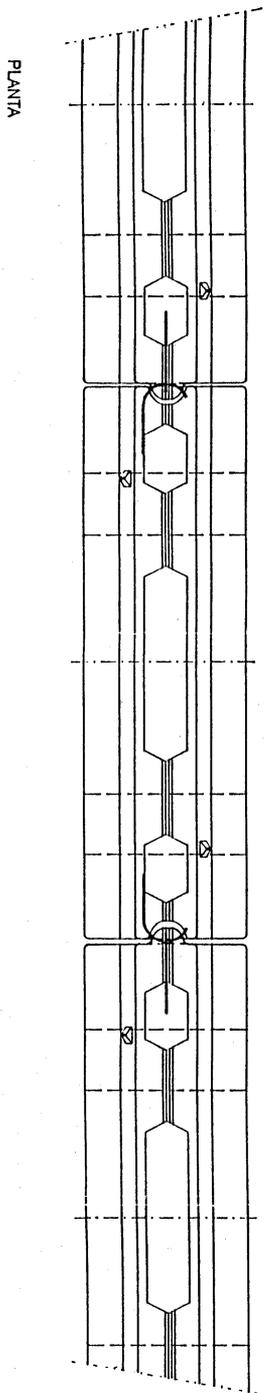
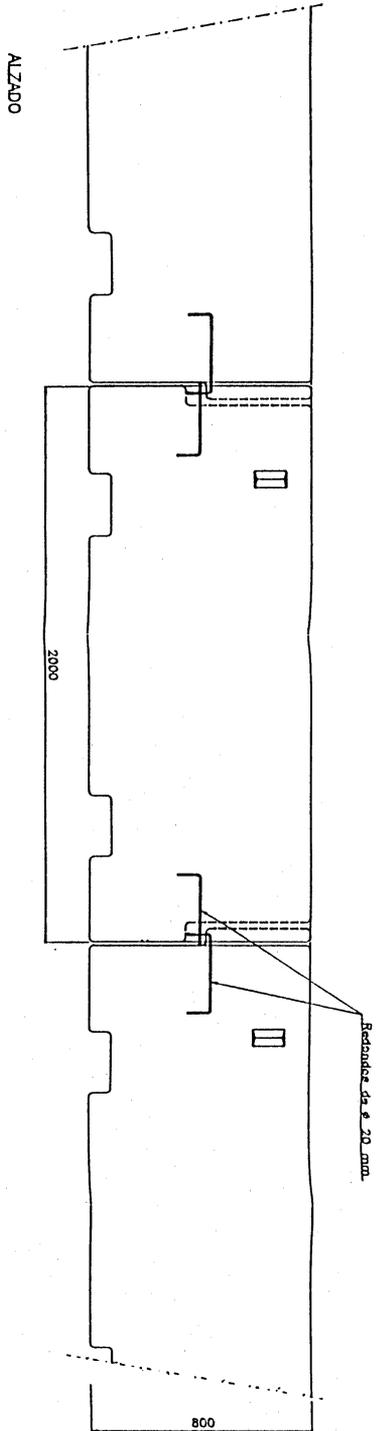


BARRERA DE HORMIGON SISTEMA CAI BHDXF2/0a		DEFINICION		B.1.9/1	
			FICHAS A CONSULTAR B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.8/2		
EMPLEO		Medianas de anchura entre 2 y 3 m. Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Distancia mínima al obstáculo: 25 cm. (Ap. 4.1.2.1 O.C.). Debe asegurarse la conservación, realineando la barrera y sustituyendo los bloques dañados después del impacto. Carreteras con velocidad máxima permitida de 90 km/h. Los detalles constructivos para juntas de dilatación, postes, báculos, desagües, etc. se realizarán "in situ" como BHDE.			
CLASE		L1			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Escasa	---	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	---	---	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	---	---	
Deformabilidad		Nula	---	---	
Conservación		Buena	---	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Módulo (Resina de Poliester reforzado con fibra de vidrio)		UNE 135.111 *			
Hormigón ($f_{ck} \geq 17,5$ N/mm ²)		UNE 135.112 *		EH 91	
Acero: A42b				EH 91	
		* En redacción			

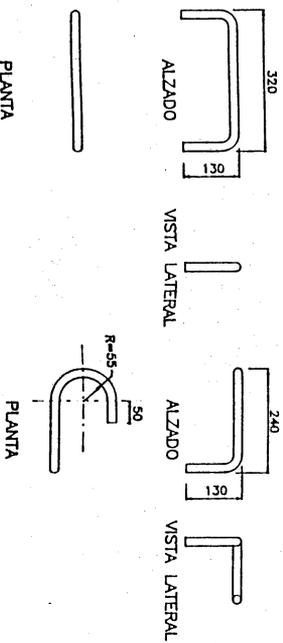
BARRERA DE HORMIGON
 SISTEMA CAI
 BHDXF2/0d

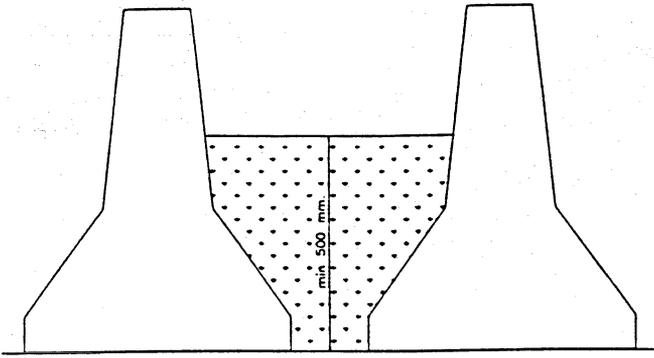
DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS

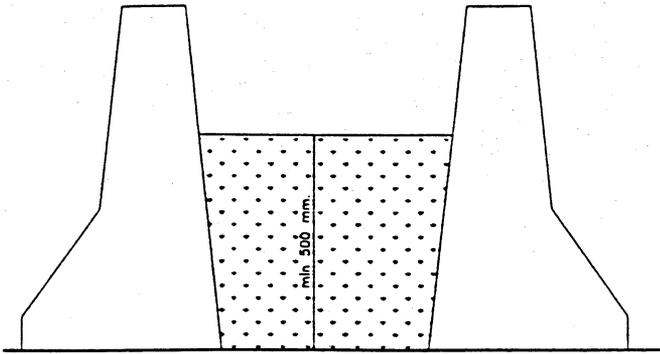
B.1.9/2

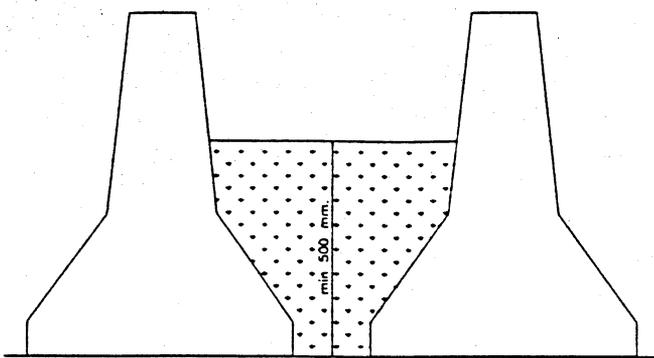


ELEMENTO DE UNION
 REDONDO ϕ 20

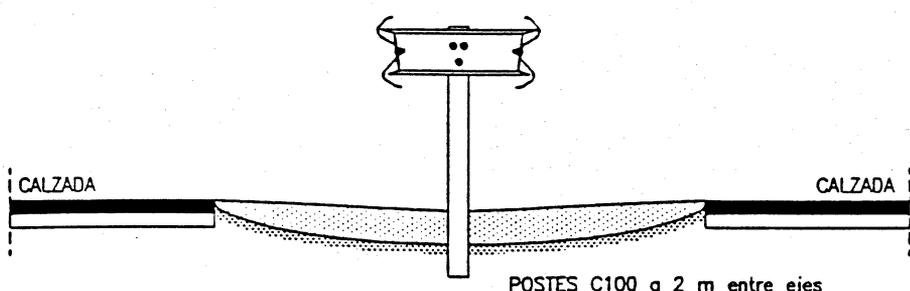


DOS HILERAS DE BHD CON JARDINERA 2 × BHDEJ0/1a		DEFINICION		B.1.10/1
			FICHAS A CONSULTAR B.1.1/2 B.1.1/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/7 B.1.1/8 B.1.4/2	
EMPLEO	Equivalente a 2 × BHS. Medianas con distancia <i>d</i> entre bordes de la calzada $3,0 \text{ m} \leq d \leq 6,0 \text{ m}$ Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Deben cuidarse especialmente los problemas de drenaje y conservación de la vegetación de la jardinera. En mediana de pendiente > 1:10 cada hilera se establecerá independientemente.			
CLASE	M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Escasa	Escasa	--	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	--	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	--	
Deformabilidad	Nula	Nula	--	
Conservación	Optima	Buena	--	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91
		* En redacción		

DOS HILERAS DE BHS CON JARDINERA 2 × BHSEF0/0a		DEFINICION		B.1.11/1
			FICHAS A CONSULTAR A.1.1/2 A.1.2/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/8 B.1.4/2	
EMPLEO	Equivalente a 2 × BHD. Medianas con distancia d entre bordes de la calzada $1,50 \text{ m} \leq d \leq 6 \text{ m}$ Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Deben cuidarse especialmente los problemas de drenaje y conservación de la vegetación de la jardinera. En mediana de pendiente > 1:10 cada hilera se establecerá independientemente.			
CLASE	M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Escasa	Escasa	—	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	—	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	—	
Deformabilidad	Nula	Nula	—	
Conservación	Optima	Buena	—	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91
		* En redacción		

DOS HILERAS DE BHD CON JARDINERA 2 × BHDEF0/0a		DEFINICION		B.1.12/1
			FICHAS A CONSULTAR B.1.1/2 B.1.1/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/7 B.1.1/8 B.1.4/2	
EMPLEO	Equivalente a 2 × BHS. Medianas con distancia d entre bordes de la calzada $3,0 \text{ m} \leq d \leq 6,0 \text{ m}$ Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Deben cuidarse especialmente los problemas de drenaje y conservación de la vegetación de la jardinera. En mediana de pendiente > 1:10 cada hilera se establecerá independientemente.			
CLASE	M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Escasa	Escasa	—	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	—	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	—	
Deformabilidad	Nula	Nula	—	
Conservación	Optima	Buena	—	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91
		* En redacción		

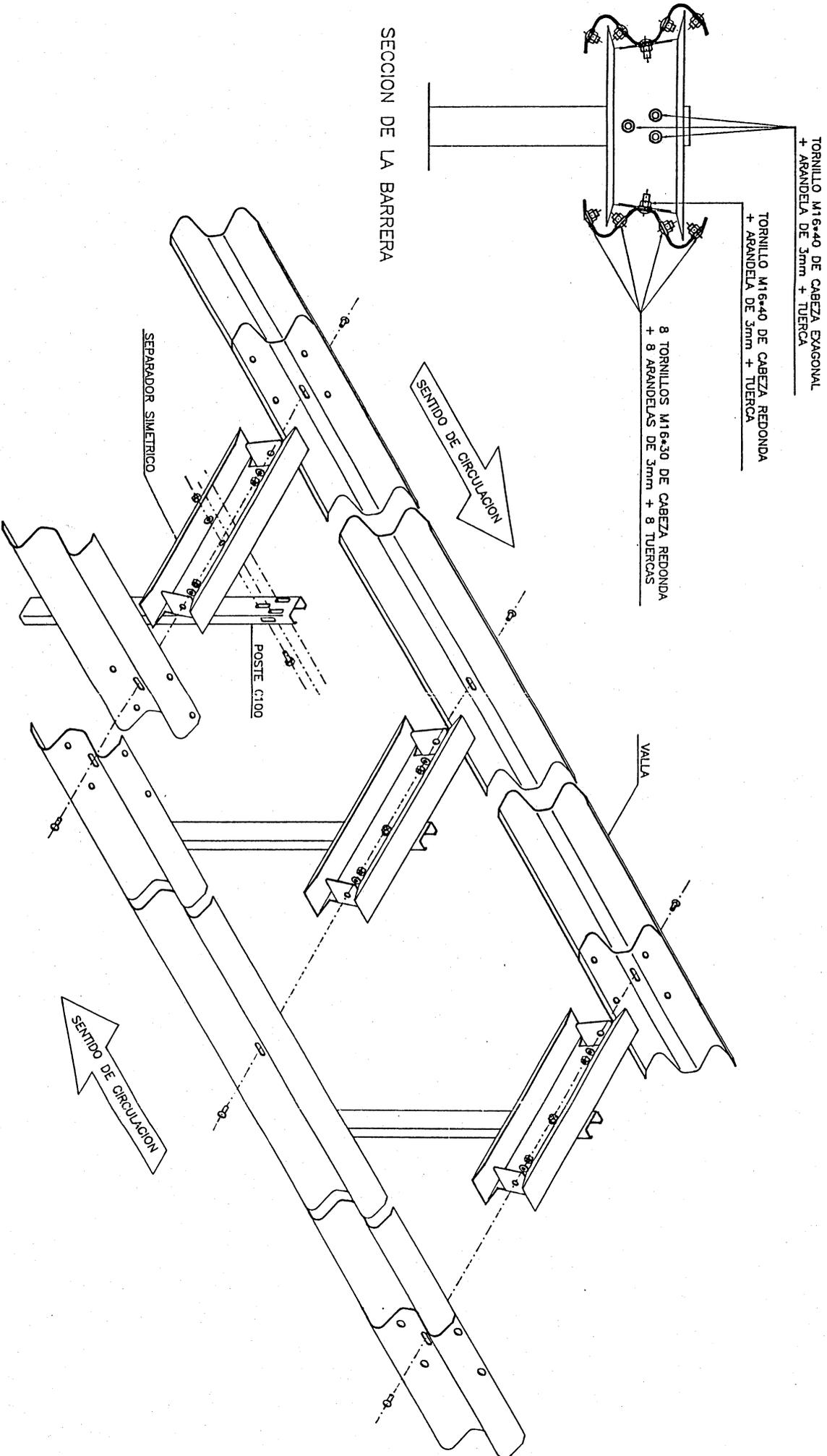
DOS HILERAS DE BHS CON JARDINERA 2 × BHSPJ3/0a		DEFINICION		B.1.13/1
				FICHAS A CONSULTAR A.1.2/2 A.1.2/3 B.1.1/4 B.1.1/5 B.1.1/6 B.1.1/8 B.1.4/2
EMPLEO	Equivalente a 2 × BHD Medianas con distancia <i>d</i> entre bordes de la calzada $1,50 \text{ m} \leq d \leq 6 \text{ m}$ Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Deben cuidarse especialmente los problemas de drenaje y conservación de la vegetación de la jardinera. En mediana de pendiente > 1:10 cada hilera se establecerá independientemente.			
CLASE	M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Escasa	Escasa	--	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	Buena	--	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	Escasa	--	
Deformabilidad	Nula	Nula	--	
Conservación	Optima	Buena	--	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) Armaduras: AEH400		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91
		* En redacción		

BARRERA METALICA DOBLE BMDNA2/100a		DEFINICION		B.2.1/1	
				FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/4 O.2.1/5 A.2.1/3 B.1.1/8 B.2.4/2	
EMPLEO		Exclusivamente en medianas con pendiente transversal $\leq 1:10$ y anchura entre 1,5 m y 3,0 m. Para su instalación en medianas con distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. En medianas de mayor anchura si el tráfico es intenso. Compatible con plantaciones (diámetro del tronco < 0,10 m) u obstáculos de anchura inferior a 0,3 m entre las dos hileras de vallas.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	Buena	—	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	Media	—	
Posibilidad de ser franqueado		Escasa	Media	—	
Deformabilidad		Escasa	Media	—	
Conservación		Media	Apreciable	—	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos Accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

**BARRERA METALICA
DOBLE
BMDNA2/100d**

MONTAJE DE LA BARRERA

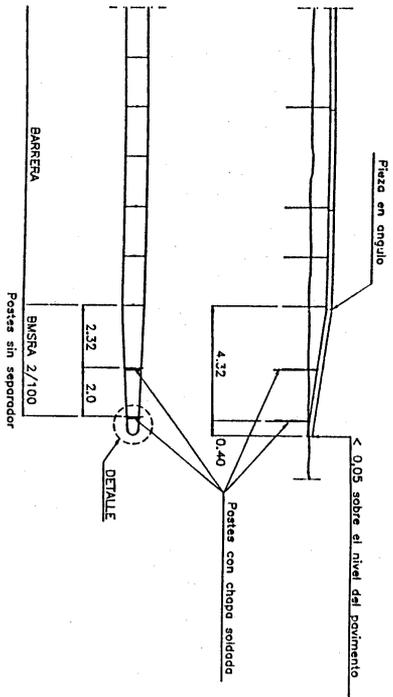
B.2.1/2



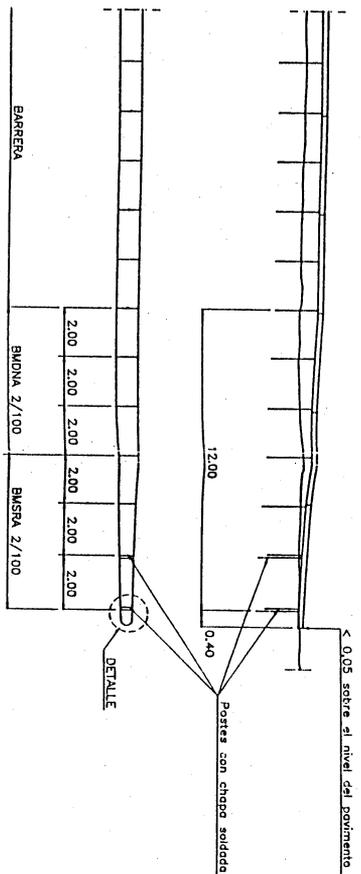
BARRERA METALICA DOBLE BMDNA2/100g

FINAL DE LA BARRERA

B.2.1/3

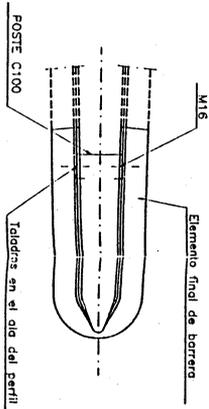


ABATIMIENTO CORTO



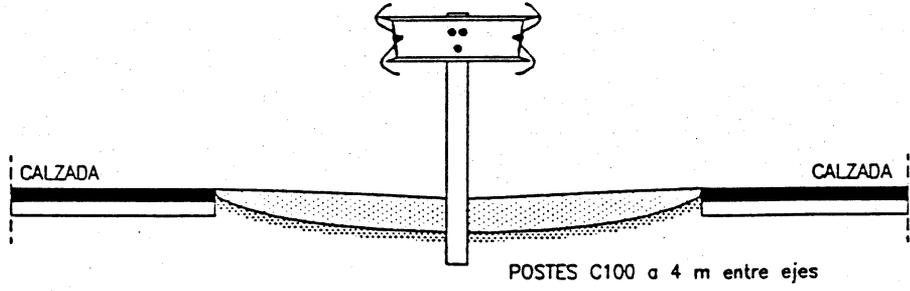
Empleo excepcional. Sólo en instalaciones provisionales, en el final de la barrera en el sentido del tráfico.

ABATIMIENTO NORMAL



DETALLE

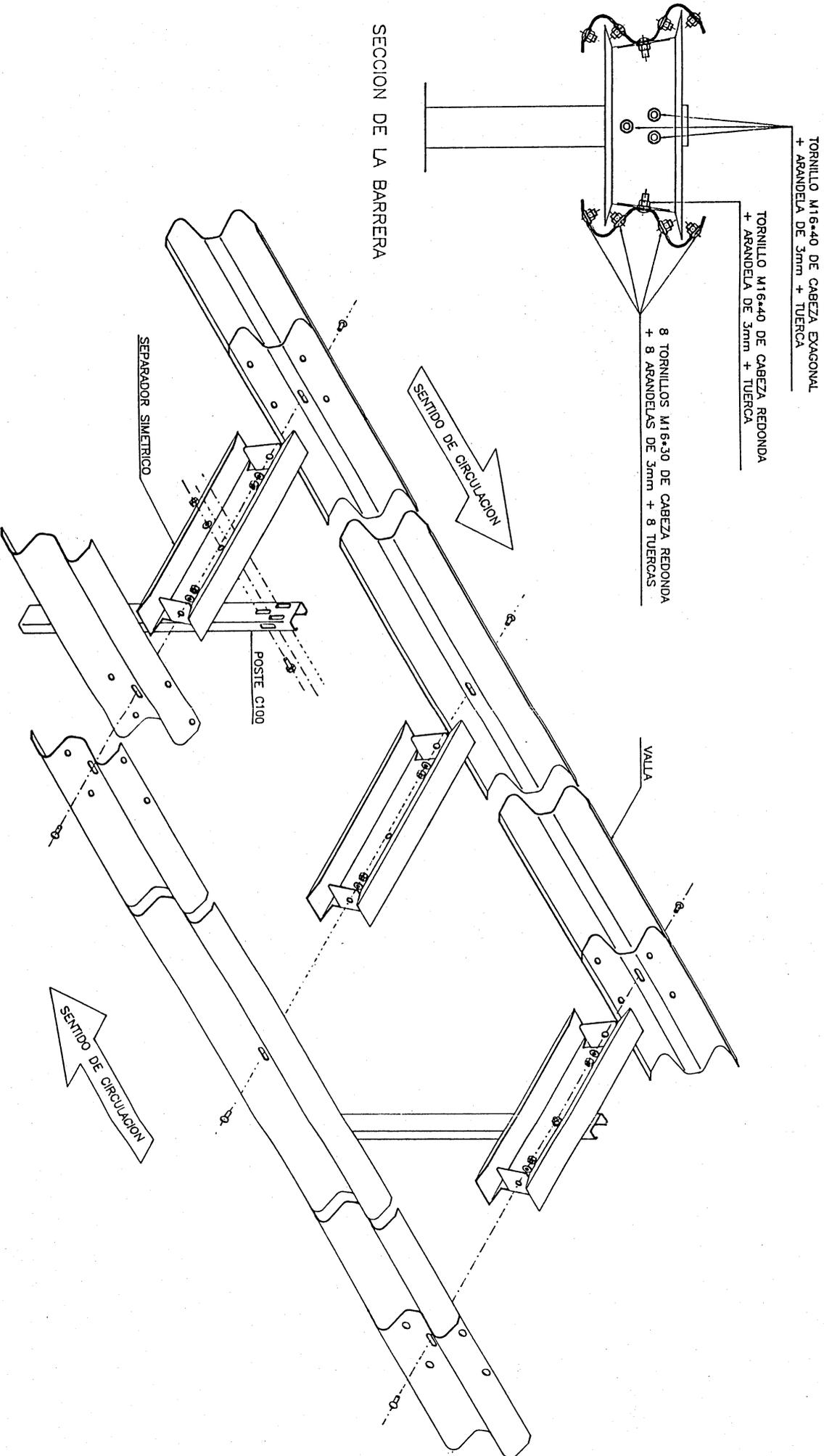
FINAL DE LA BARRERA MEDIANTE ABATIMIENTO

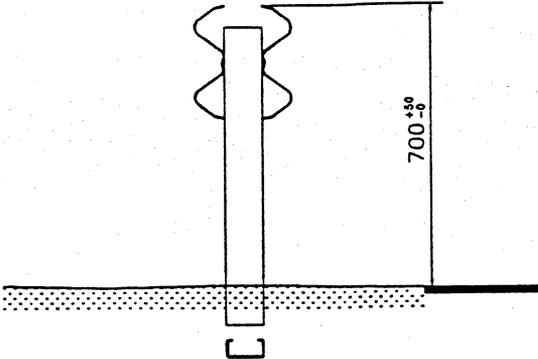
BARRERA METALICA DOBLE BMDNA4/100a		DEFINICION		B.2.2/1
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 B.1.1/8 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/4 O.2.1/5 B.2.1/3 B.2.1/4 A.2.1/3	
EMPLEO	Exclusivamente en medianas con pendiente transversal $\leq 1:10$ Anchura de la mediana entre 3,0 m y 6,0 m (tabla 8 O.C.). Compatible con plantaciones en la mediana (diámetro del tronco < 0,10 m).			
CLASE	L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Buena	--	--	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	--	--	
Posibilidad de ser franqueado	Escasa	--	--	
Deformabilidad	Media	--	--	
Conservación	Media	--	--	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Valla: AP-11 Elementos Accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P

BARRERA METALICA
DOBLE
BMDNA4/100d

MONTAJE DE LA BARRERA

B.2.2/2



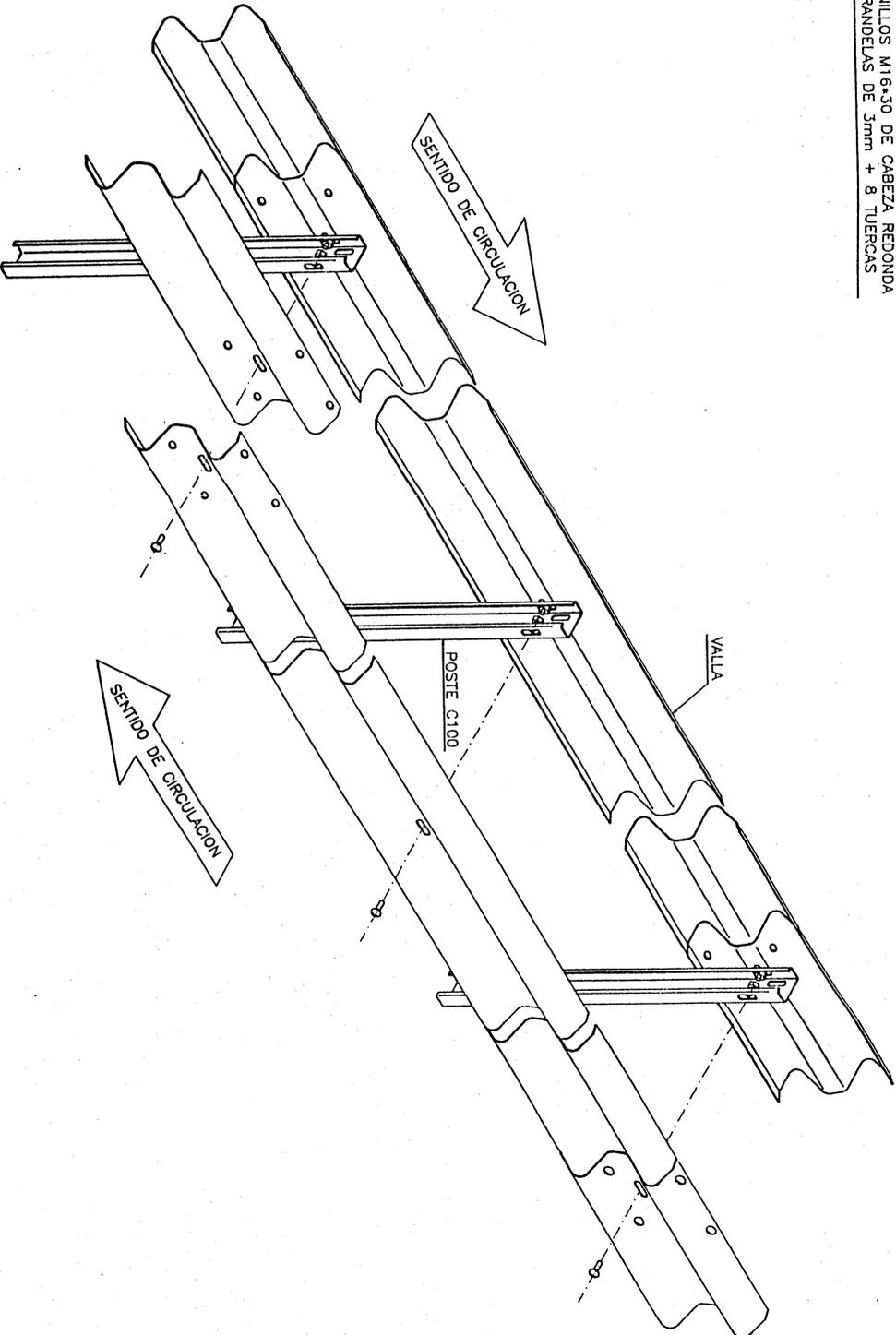
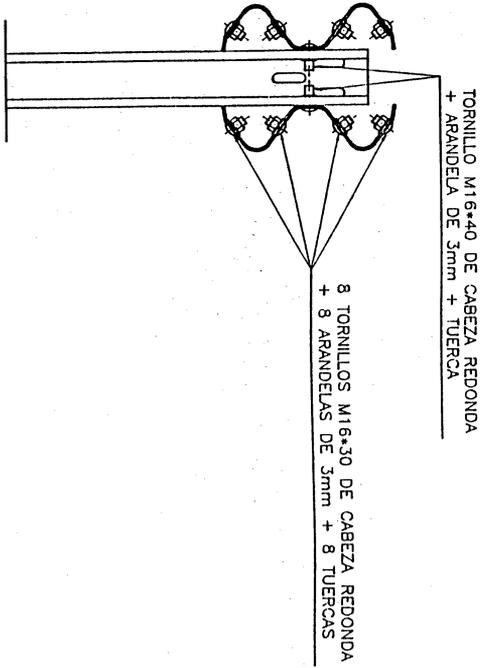
BARRERA METALICA DOBLE REDUCIDA BMDRA2/100a		DEFINICION		B.2.3/1	
				FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 B.2.1/3 B.2.1/4 A.2.1/3	
EMPLEO		Exclusivamente en medianas con pendiente transversal $\leq 1:10$ Anchura de la mediana entre 1,2 m y 1,5 m (tabla 8 O.C.). Sólo en caso de accidente normal (Ap. 3.2 O.C.).			
CLASE		L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	---	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Escasa	---	---	
Posibilidad de ser franqueado		Escasa	---	---	
Deformabilidad		Media	---	---	
Conservación		Media	---	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos Accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.111 * UNE 135.112 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P	

BARRERA METALICA DOBLE
REDUCIDA
BMDRA2/100d

MONTAJE DE LA BARRERA

B.2.3/2

SECCION DE LA BARRERA

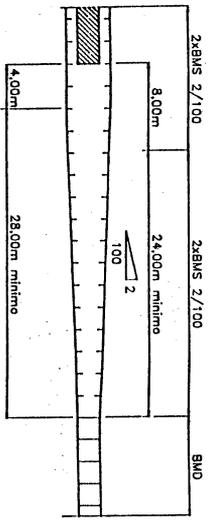


DOS HILERAS DE BMS 2 x BMSNA2/100a		DEFINICION		B.2.4/1	
				FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 B.2.1/4 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 A.2.1/2 A.2.1/3 A.2.1/4 B.1.1/8	
EMPLEO		Medianas de pendiente mayor de 1:10 o ancho mayor de 3 m (tabla 8 O.C.) En medianas de anchura comprendida entre 1,5 y 3 m podrá emplearse prescindiendo del separador en la hilera inferior, si el tráfico es ligero y accidentalidad normal. Distancia máxima al borde de la calzada: tabla 6 O.C. En presencia de obstáculos (o plantas con tronco de diámetro > 0,10 m) en la mediana. Con distancias del obstáculo al borde de la calzada inferiores a 1,50 m se emplearán postes C 120.			
CLASE		L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	--	--	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	--	--	
Posibilidad de ser franqueado		Escasa	--	--	
Deformabilidad		Media	--	--	
Conservación		Media	--	--	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.111 * UNE 135.112 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P	

DOS HILERAS DE BMS 2XBMSNA2/100d

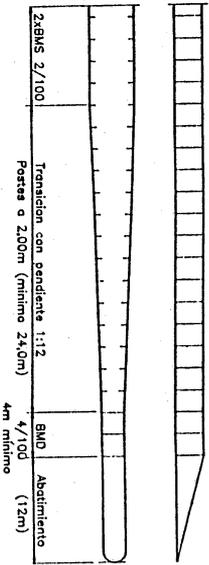
COLOCACION EN MEDIANA CON OBSTACULOS

B.2.4/2

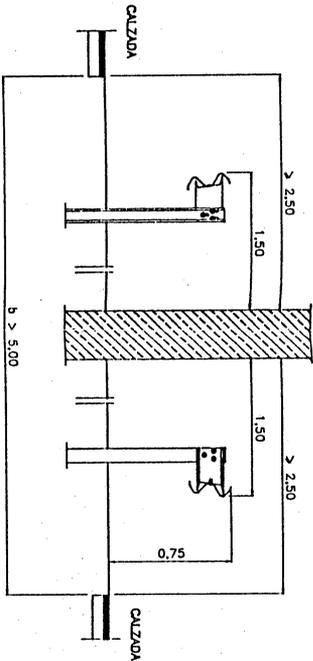


En el caso de que la distancia entre obstáculos consecutivos resulte inferior a 200m, se empezará BMS en todo el tramo, para evitar la proliferación de transiciones.

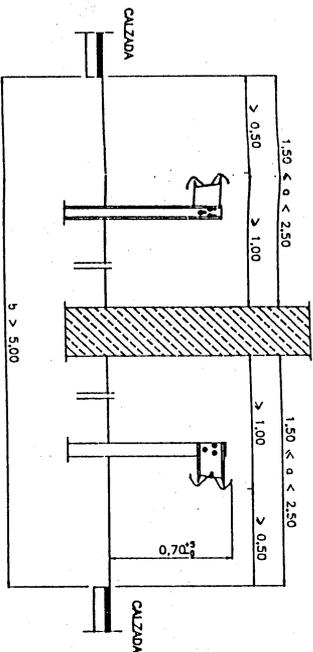
TRANSICION DE 2XBMS A BMD



COMIENZO Y FINAL DE LA BARRERA 2XBMS

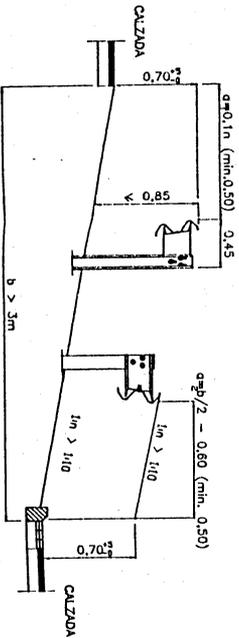


MEDIANAS DE ANCHURA MAYOR DE 5.0 m Y DISTANCIA DEL OBSTACULO AL BORDE DE LA CALZADA MAYOR DE 2.50 m.

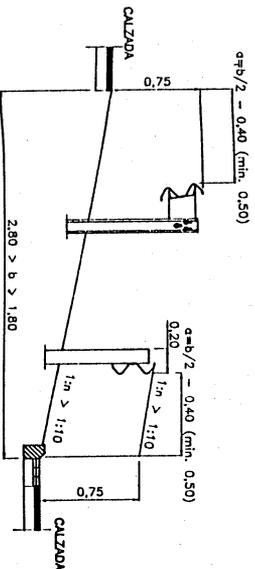


MEDIANAS DE ANCHURA MENOR DE 5.0 m Y DISTANCIA DEL OBSTACULO AL BORDE DE LA CALZADA COMPRENDIDA ENTRE 1.50 m y 2.50 m.

COLOCACION DE LA BARRERA EN PRESENCIA DE OBSTACULOS
MODELO DE BARRERA SEGUN TABLA 7 O.C.



ANCHURA DE MEDIANA MAYOR DE 3.00m



ANCHURA DE MEDIANA MENOR DE 3.00m
En este caso, la barrera de la calzada inferior debe prescindir del separador por falta de espacio.

COLOCACION DE LA BARRERA EN MEDIANA CON DESNIVEL

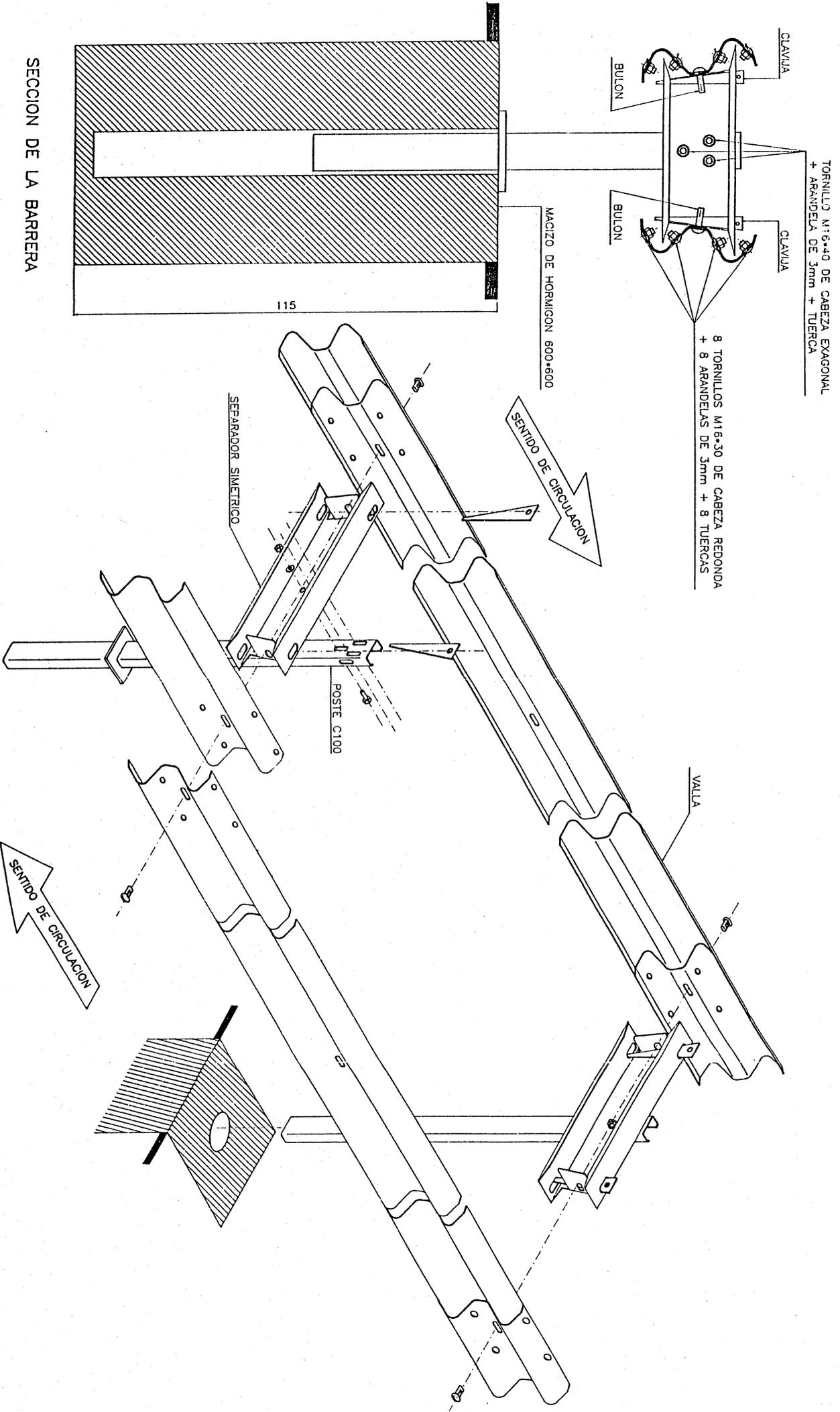
BARRERA METALICA DOBLE DESMONTABLE BMDDA4/100a		DEFINICION		B.2.5/1
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/4 O.2.1/5 B.1.1/8	
EMPLEO	<p>En zonas de la mediana que van a abrirse ocasionalmente al paso del tráfico para cambiarlo de calzada. Como medida de gestión del tráfico.</p> <p>En zonas de la mediana para permitir el paso de equipos de conservación, etc. Se recomienda establecer estos pasos en carreteras de dos calzadas cada 2 km. Puede emplearse también en lateral en casos particulares. Estos tramos no deben coincidir con zonas en que el riesgo de salida de la calzada sea elevado. Tampoco se instalarán si hubiera un obstáculo en la calzada a menos de 150 m de los extremos abatibles.</p> <p>No debe existir una zona con peligro "grave" próxima.</p>			
CLASE	L2			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Buena	--	--	
Posibilidad de redireccionamiento	Media	--	--	
Posibilidad de ser franqueado	Escasa	--	--	
Deformabilidad	Media	--	--	
Conservación	Media	--	--	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Valla: AP-11 Elementos Accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C. 319/91 T y P O.C. 318/91 T y P

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS DE CARRETERAS

BARRERA METALICA
DOBLE DESMONTABLE
BMDDA4/100d

MONTAJE DE LA BARRERA

B.2.5/2

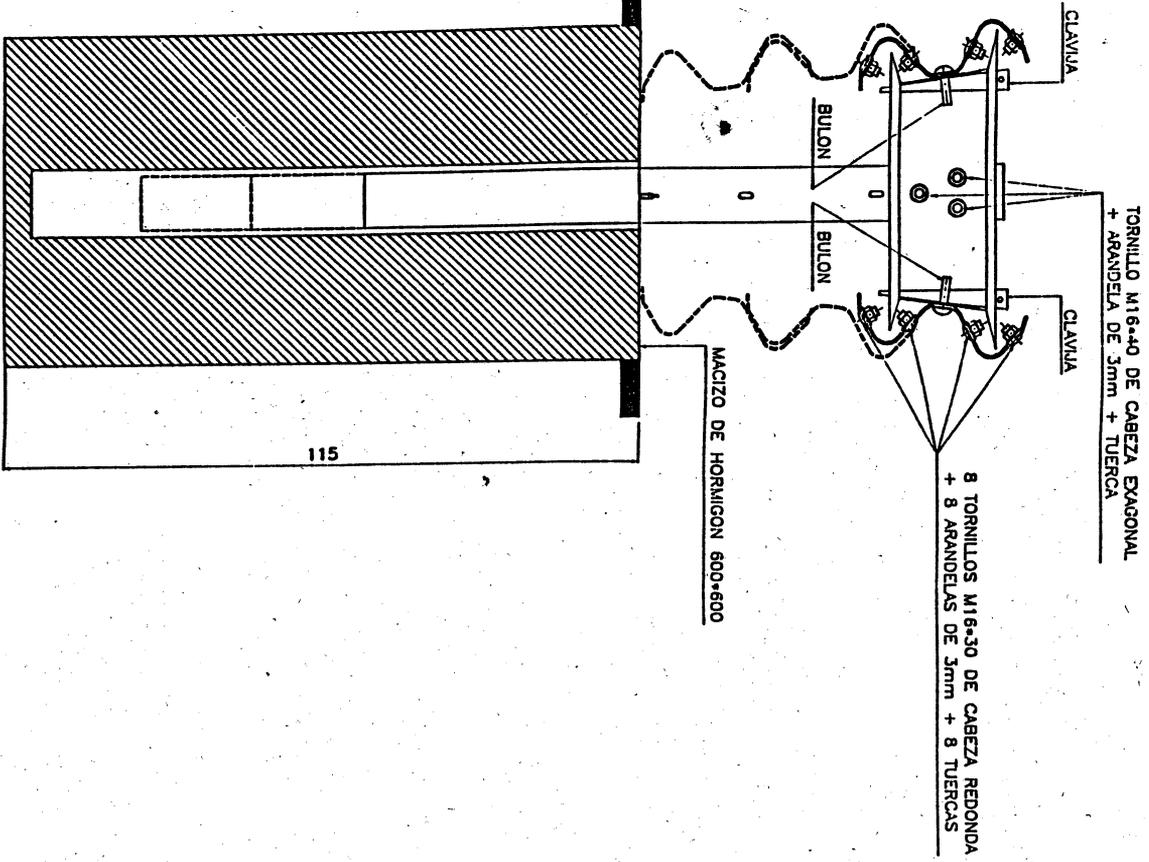


SECCION DE LA BARRERA

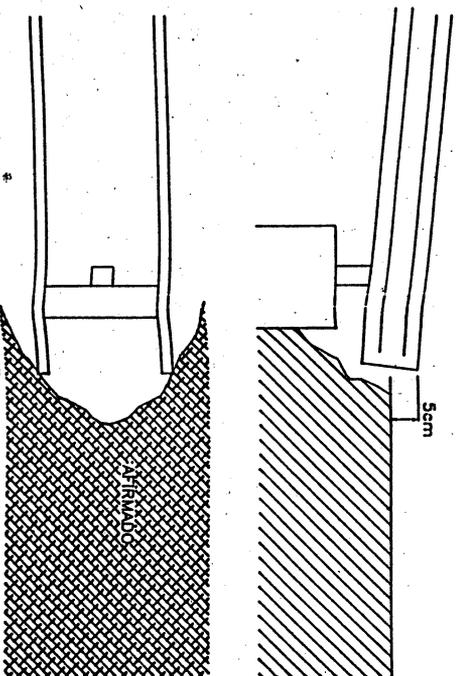
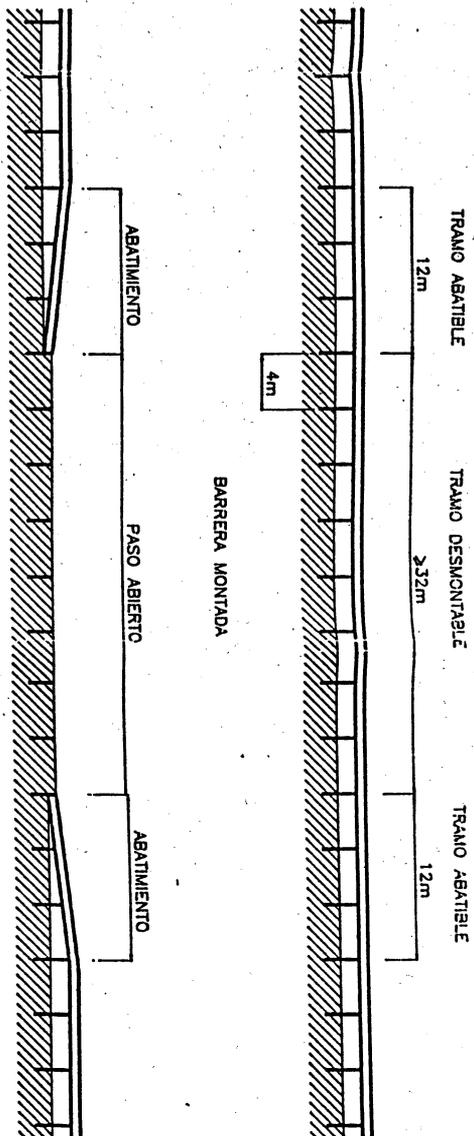
**BARRERA METALICA
DOBLE DESMONTABLE
BMDDA4/100d**

MONTAJE DE LA BARRERA ABATIBLE

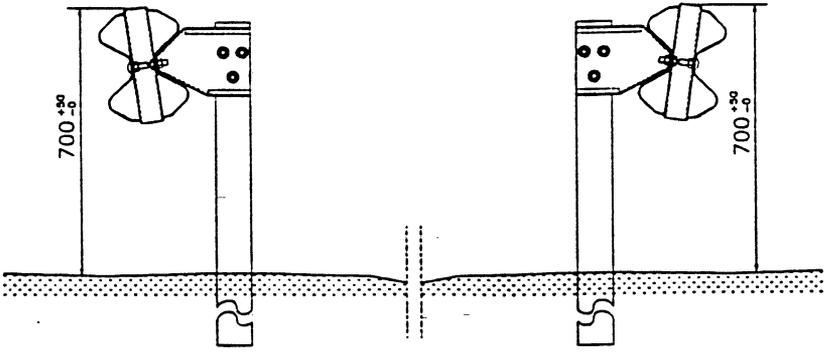
B.2.5/3



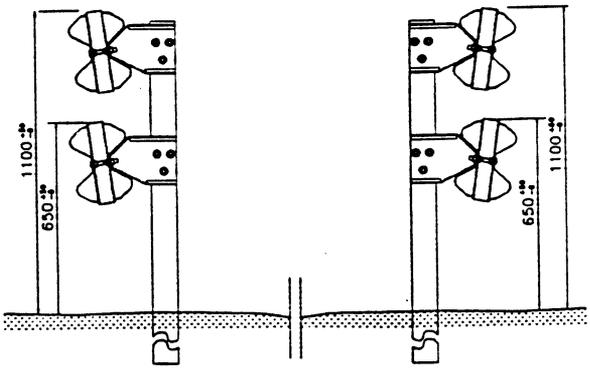
MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS
EXTREMOS ABATIBLES



MONTAJE Y DESMONTAJE DEL TRAMO PARA LA APERTURA DEL PASO EN LA MEDIANA

DOS HILERAS DE BMS CON VALLA DOBLE 2xBMSNB2/120a		DEFINICION		B.2.6/1
			FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 B.2.4/2 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 O.2.1/6 A.2.1/3 A.2.7/2 B.2.1/4	
EMPLEO	En mediana: tabla 8 O.C. Sólo en caso de accidente normal o grave. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE	M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Buena	Buena	--	
Posibilidad de redireccionamiento	Escasa	Escasa	--	
Franqueabilidad	Escasa	Media	--	
Deformabilidad	Escasa	Media	--	
Conservación	Buena	Media	--	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T.y P

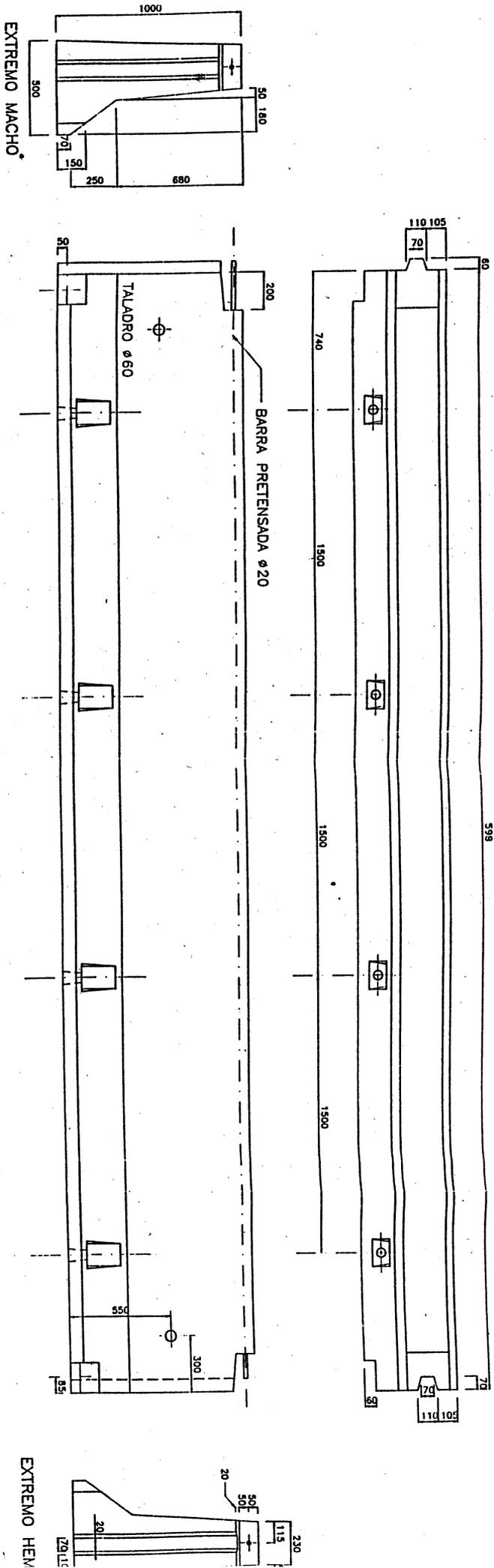
DOS HILERAS DE BMS CON DOS VALLAS SIMPLES 2xBMSNC2/120a		DEFINICION		B.2.7/1	
				FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 B.2.4/2 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 O.2.1/6 A.2.1/3 A.2.4/2 B.2.1/4	
EMPLEO		En mediana: tabla 8 O.C. Sólo en caso de accidente grave o accidente normal. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	Buena	—	
Posibilidad de redireccionamiento		Escasa	Buena	—	
Franqueabilidad		Nula	Baja	—	
Deformabilidad		Escasa	Media	—	
Conservación		Muy escasa	Muy escasa	—	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P	

DOS HILERAS DE BMS CON DOS VALLAS DOBLES 2xBMSND2/120a		DEFINICION		B.2.8/1	
				FICHAS A CONSULTAR O.2.1/1 B.2.4/2 O.2.1/2 O.2.1/3 O.2.1/5 O.2.1/6 A.2.1/3 A.2.7/2 B.2.1/4	
EMPLEO		En mediana: tabla 8 O.C. Distancia al borde de la calzada: tabla 6 O.C. Distancia mínima al borde de la calzada: 0,50 m.			
CLASE		M			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	Buena	---	
Posibilidad de redireccionamiento		Escasa	Buena	---	
Franqueabilidad		Nula	Baja	---	
Deformabilidad		Escasa	Escasa	---	
Conservación		Muy escasa	Muy escasa	---	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Valla: AP-11 Elementos accesorios: AP-11 T 5.6 T 4.6		UNE 135.121 * UNE 135.122 * DIN 7990 DIN 555 DIN 7989 * En redacción		O.C 319/91 T y P O.C 318/91 T y P	

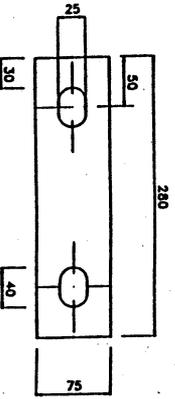
PRETIL DE HORMIGON
 PREFABRICADO
 PHPJ6/1-10d

ELEMENTOS CONSTITUYENTES

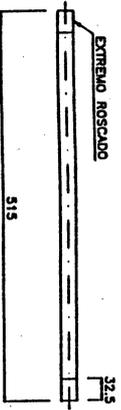
C.1.1/2



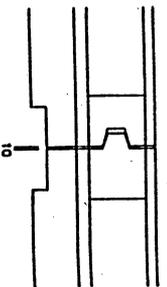
DETALLA DE
 LA CHAPA DE
 UNION 280*75*10



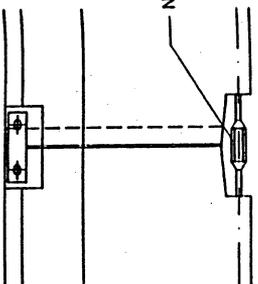
BARRA DE UNION Ø 24



PLANTA DE LA JUNTA



MANGUITO DE UNION



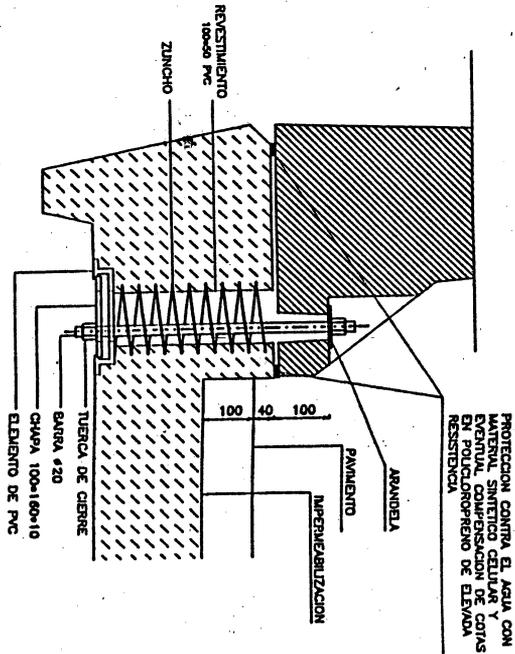
ALZADO DE LA JUNTA

PRETIL DE HORMIGON
 PREFABRICADO
 PHPJ6/1-10g

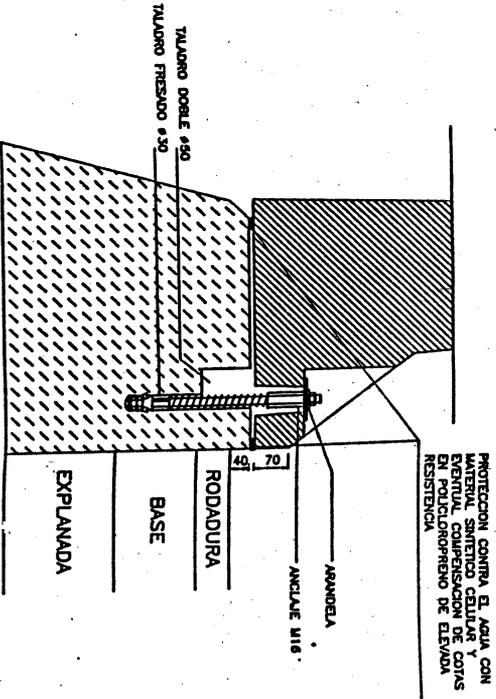
ANCLAJES

C.1.1/4

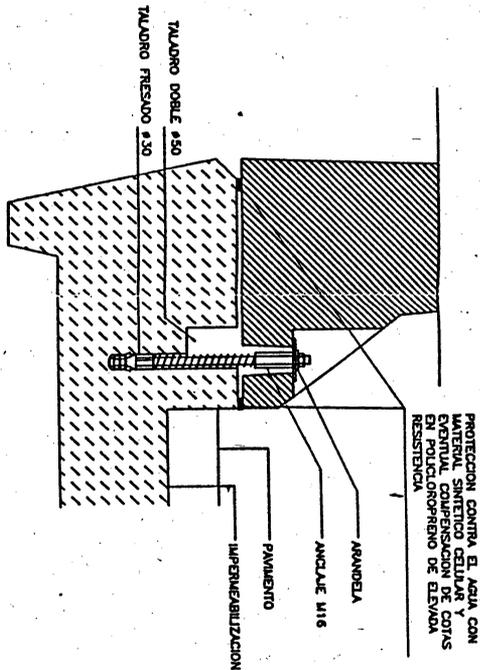
ANCLAJE EN OBRAS DE PASO DE
 NUEVA CONSTRUCCION



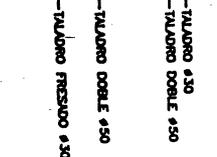
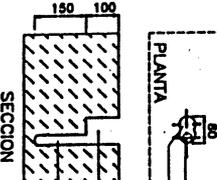
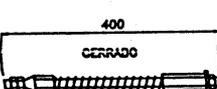
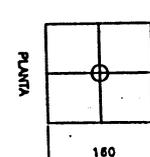
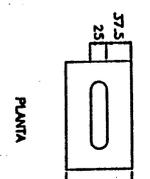
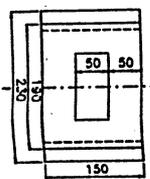
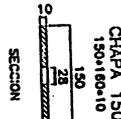
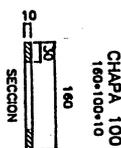
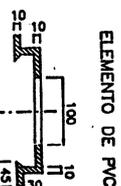
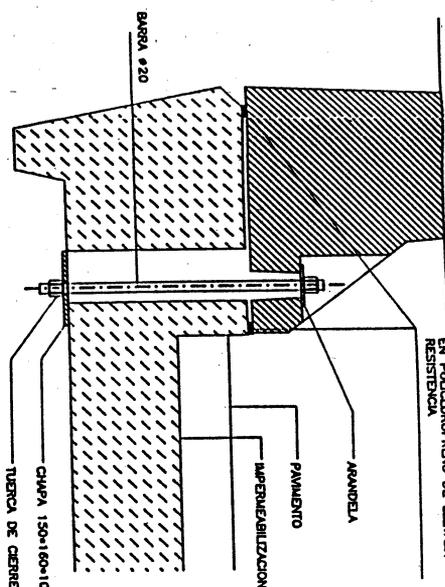
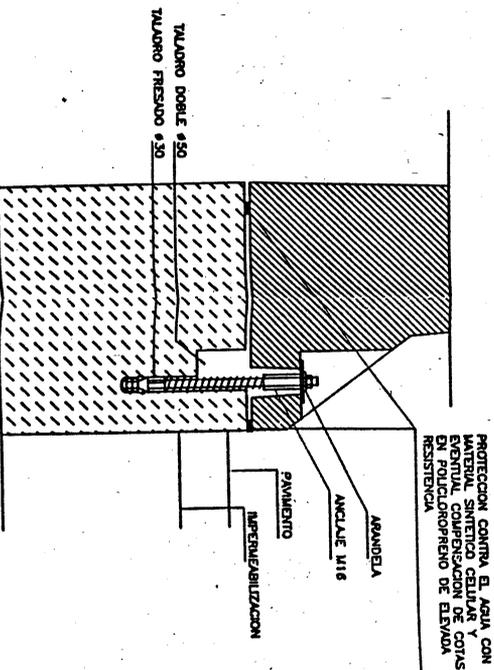
ANCLAJE EN MURO DE HORMIGON

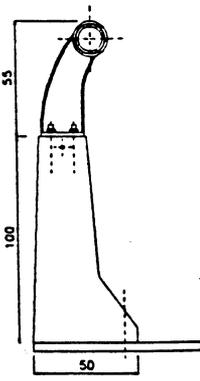


ANCLAJE EN OBRAS DE PASO DE
 EXISTENTES



ANCLAJE EN VIGA



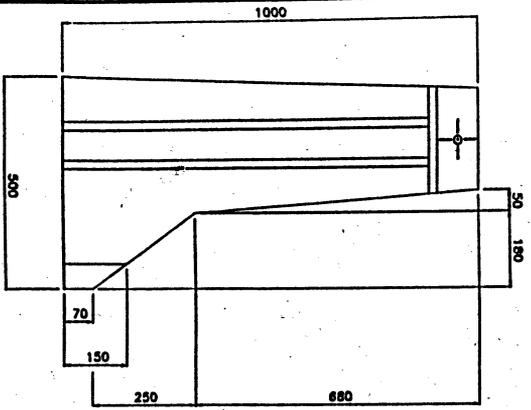
PRETEL DE HORMIGON PREFABRICADO CON BARANDA PX6/1-15a		DEFINICION		C.1.2/1	
			FICHAS A CONSULTAR C.1.1/4		
EMPLEO		En los bordes del tablero de obras de paso. El empleo de la baranda garantiza un mejor comportamiento de la barrera ante el choque de un vehículo pesado.			
CLASE		P			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Buena	—	Buena	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	—	Buena	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	—	Escasa	
Deformabilidad		Nula	—	Escasa	
Conservación		Optima	—	Optima	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Hormigón ($f_{ck}=45 \text{ N/mm}^2$) ó Hormigón aligerado ($1,8 \text{ t/m}^3$ y 35 N/mm^2) Armaduras: AEH400 Acero: A42b T 5.6 Barra y mango: "Diwidag"		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91 EH 91	
		* En redacción			

**PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO
CON BARANDA
PX6/1-15d**

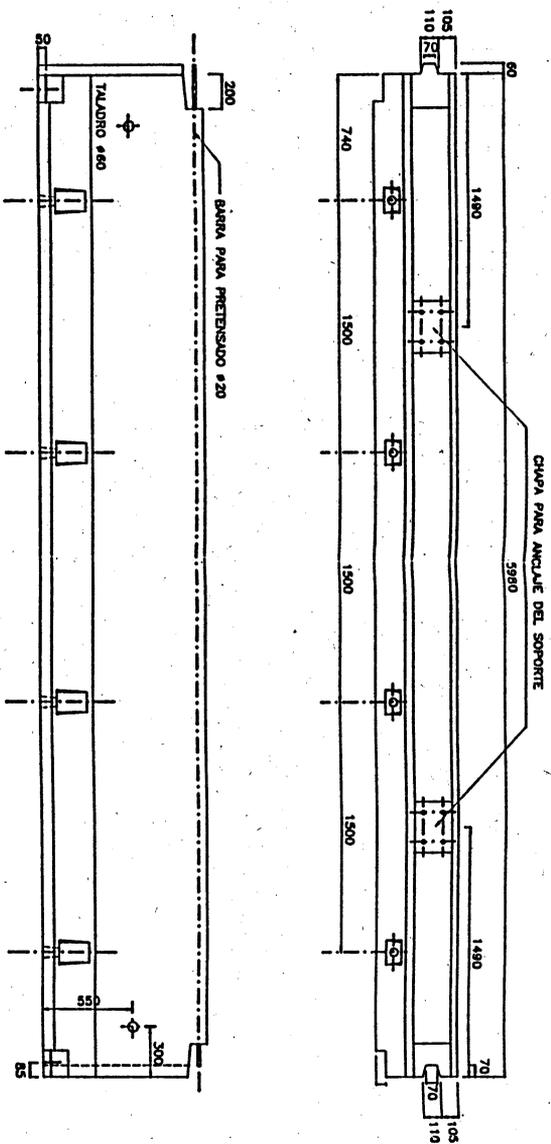
ELEMENTOS CONSTITUYENTES (6 m)

C.1.2/2

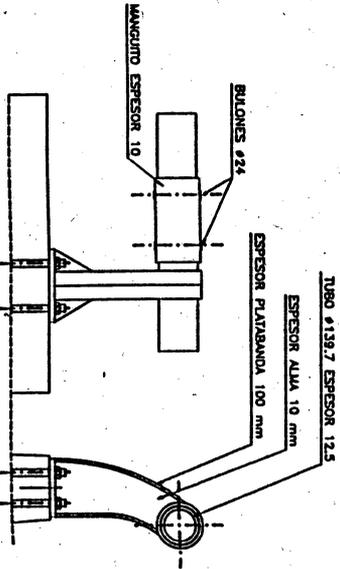
Nota: para el resto de los elementos vease C.1.1/2 y 3



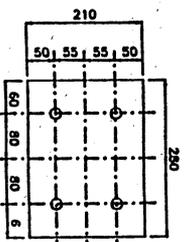
EXTREMO MACHO



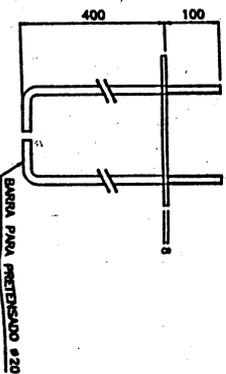
EXTREMO HEMBRA



DETALLE DE LA BARANDA



DETALLE DE LA CHAPA PARA ANCLAJE DEL SOPORTE



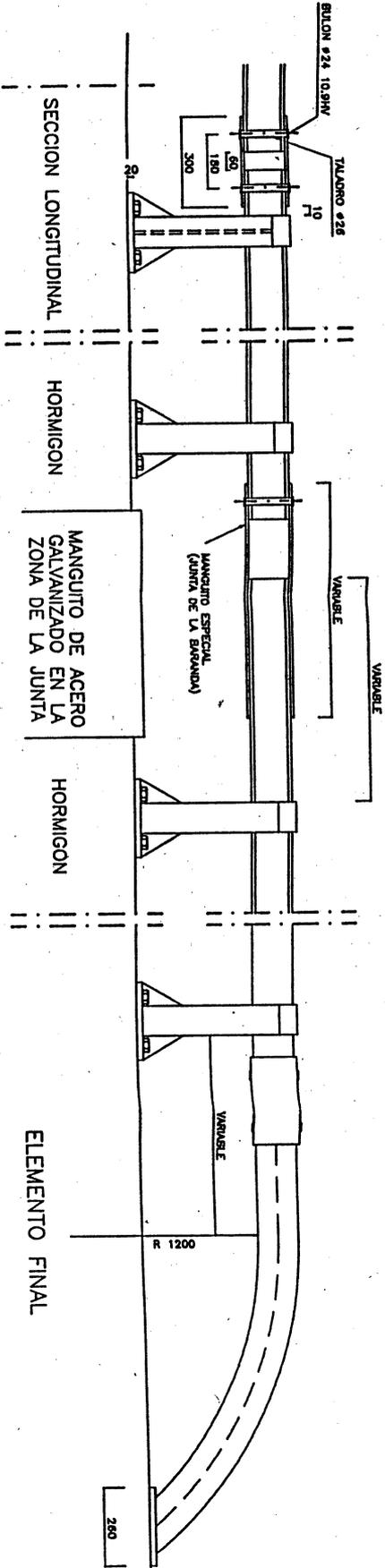
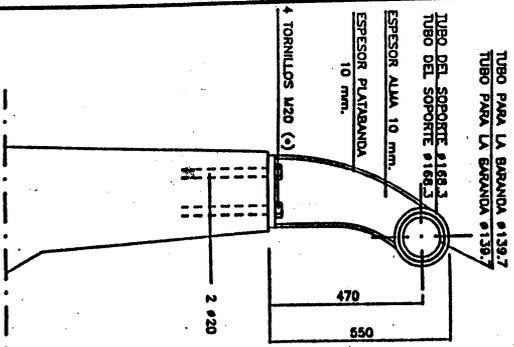
NOTA: La conveniencia de colocar baranda y su longitud viene dada por la necesidad de aumentar la resistencia al choque del dispositivo.

PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO CON BARANDA PX6/1-15d

PASAMANOS

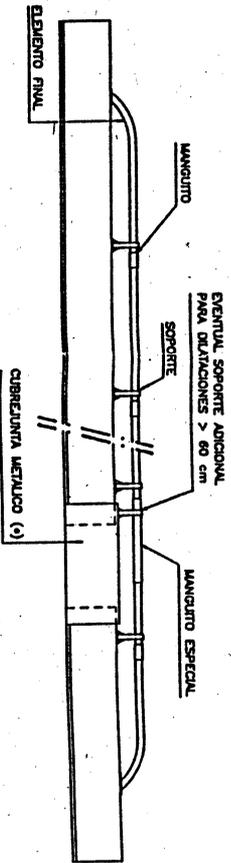
C.1.2/3

PERFIL

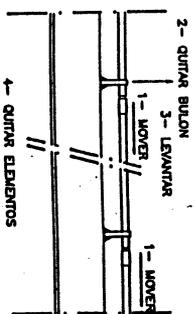


(*) En caso de emplear barra de pretensado en lugar de tornillos, deberá fijarse al hormigón con un producto conveniente.

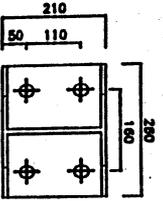
ESQUEMA DE MONTAJE



ESQUEMA DE DESMONTAJE



CHAPA DE LA BASE



4 TALADROS 25*30

ELEMENTOS DE REFUERZO SP10

(*) En la zona de la junta de dilatación del tablero puede colocarse directamente el elemento de la barrea siempre que la luz de la obra de paso sea inferior a 80m. El elemento de barrea, en la zona a caballo sobre el tramo siguiente se apoyará en una capa anti-fozamiento. En los elementos próximos puede omitirse la colocación de anclajes para permitir el movimiento de la junta. En caso contrario, se colocará el manguito de acero galvanizado de la figura. El manguito especial de la baranda se colocará en cualquier caso.

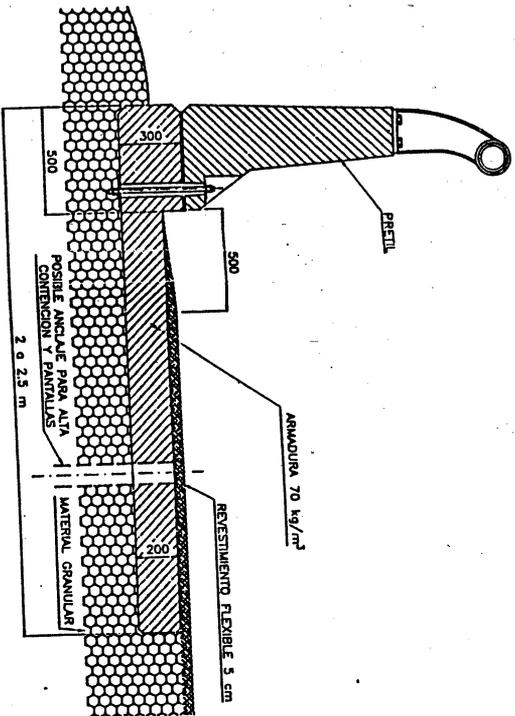
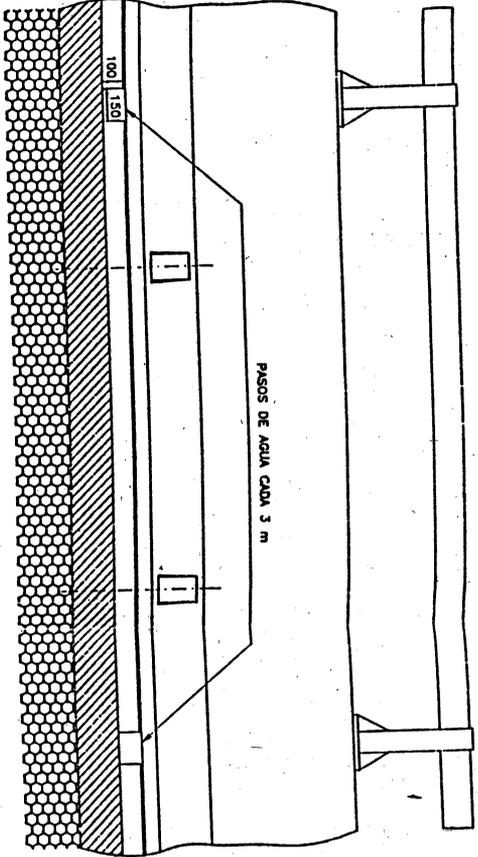
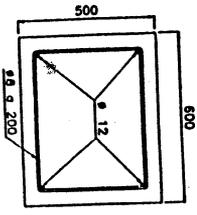
PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO CON BARANDA
PX6/1-15d

DISPOSICION Y TRANSICIONES

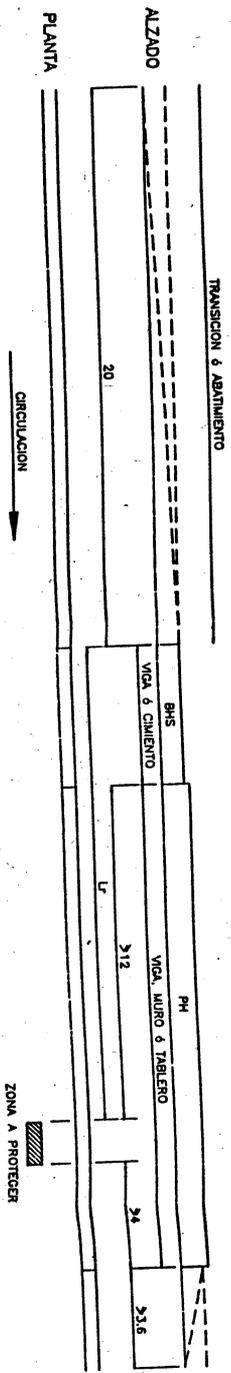
C.1.2/4

LOSA DE ANCLAJE SOBRE TERRENO ó MATERIAL GRANULAR EN BORDE DE TALUD

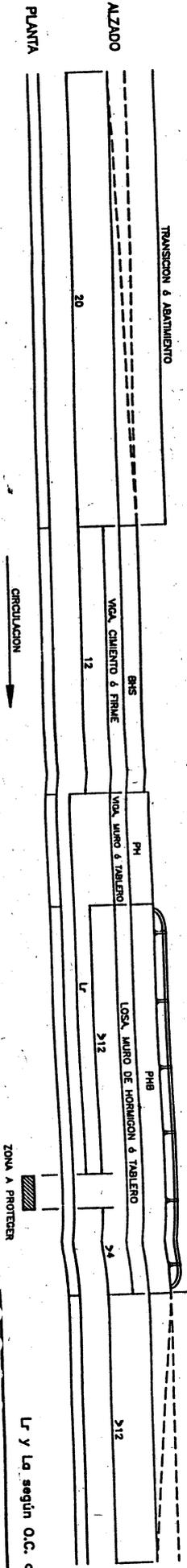
VIGA DE ANCLAJE
Juntas cada 12 m



DISPOSICION DE TRANSICION A PH DE 1m



DISPOSICIONES DE TRANSICION A PX DE 1.40m

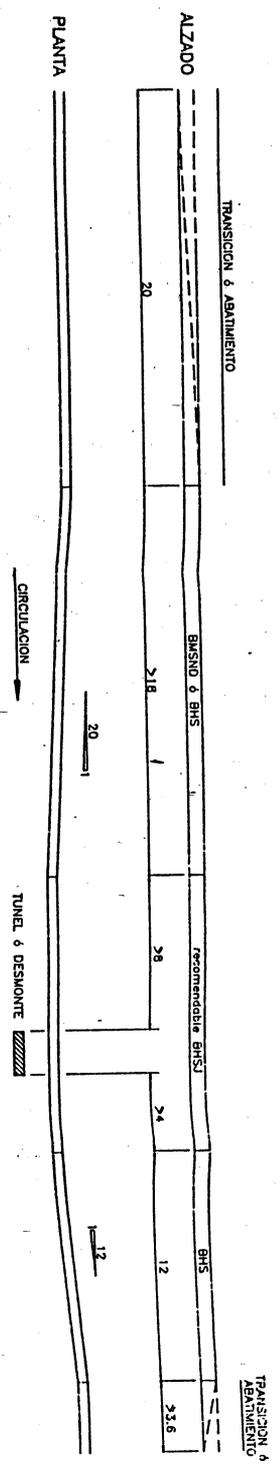


PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO
CON BARANDA
PX6/1-15d

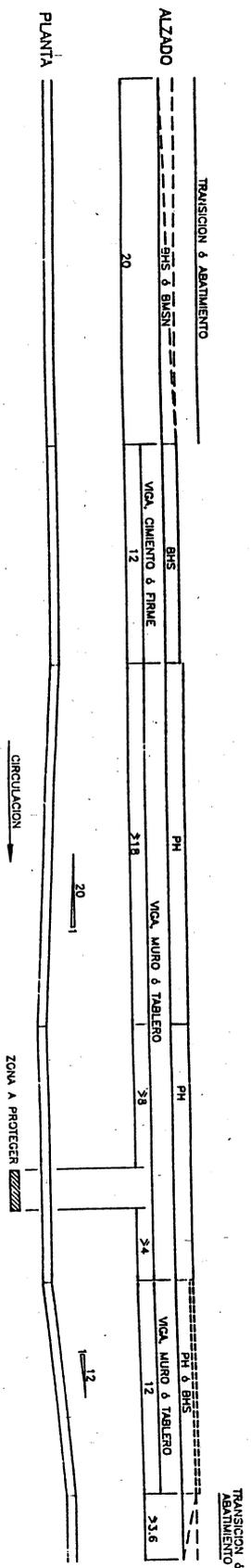
DISPOSICION Y TRANSICIONES EN ESTRECHAMIENTOS

C.1.2/5

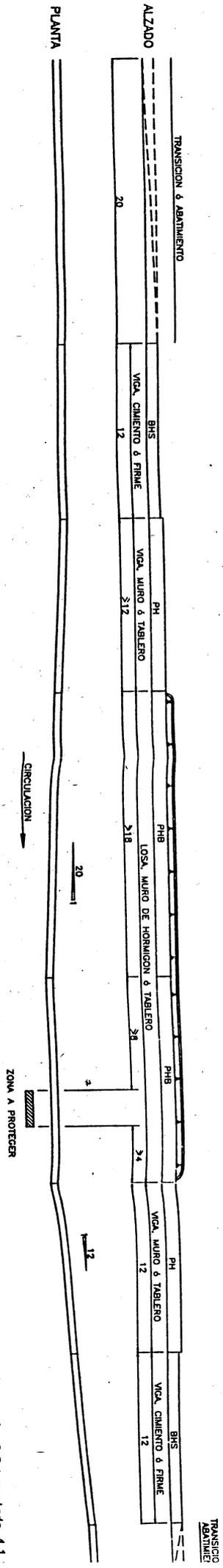
DISPOSICION PARA TUNEL 6 DESMONTES



DISPOSICION DE TRANSICION Y ESTRECHAMIENTO A PH DE 1.40m



DISPOSICIONES DE TRANSICION Y ESTRECHAMIENTO A PX DE 1.40m



Lr y La según O.C. apartado 4.1.

PRETIL DE HORMIGON DE ALTA SEGURIDAD PHPJ6/1-17a		DEFINICION		C.1.3/1	
				FICHAS A CONSULTAR C.1.1/4	
EMPLEO		En los bordes del tablero de obras de paso en que la protección de terceros exija máxima infranqueabilidad.			
CLASE		P			
COMPORTAMIENTO ESPERADO		VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía		Media	--	Optima	
Posibilidad de redireccionamiento		Buena	--	Optima	
Posibilidad de ser franqueado		Nula	--	Nula	
Deformabilidad		Nula	--	Escasa	
Conservación		Optima	--	Optima	
FECHA DE APROBACION			FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS	
Hormigón ($f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$)		UNE 135.111 *		EH 91	
Armaduras: AEH400		UNE 135.112 *		EH 91	
Acero: A42b					
Barra y manguito: "Diwidag"					
		* En redacción			

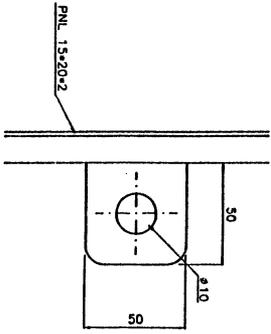
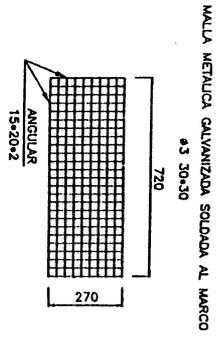
PRETIL DE HORMIGON DE ALTA SEGURIDAD PHPJ6/1-17d

ELEMENTOS CONSTITUYENTES

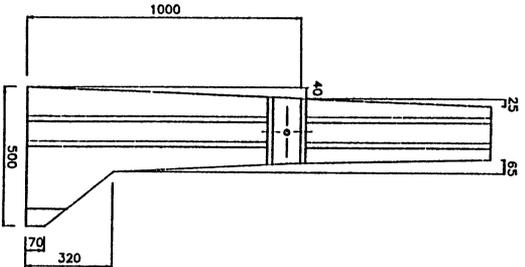
C.1.3/2

Nota : para el resto de elementos véase C.1.1/2 y 3

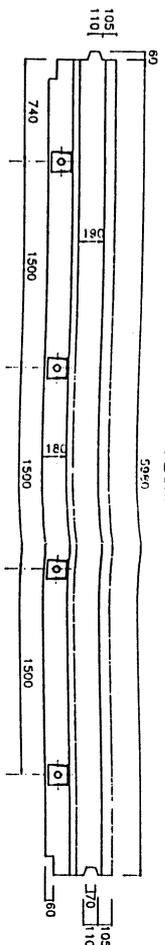
DETALLE VENTANA



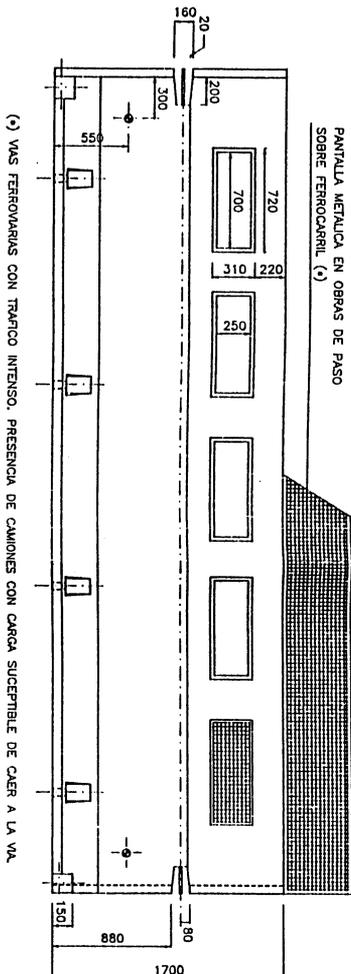
SECCION



PLANTA



ALZADO



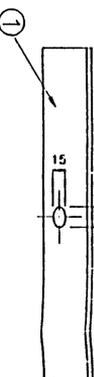
(*) VAS FERROVIARIAS CON TRAFICO INTENSO. PRESENCIA DE CAMIONES CON CARGA SUCEPTIBLE DE CAER A LA VIA.

DETALLES DE PANTALLA METALICA SUPERIOR

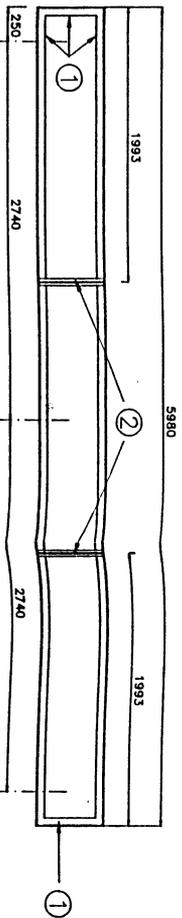
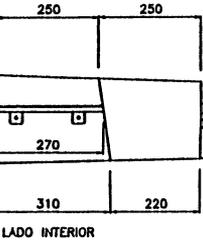
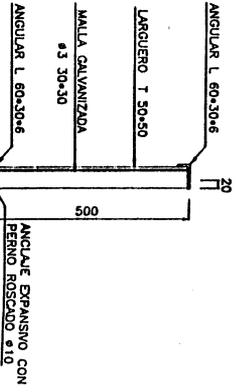
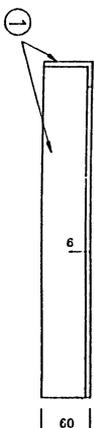
DETALLE LARGUERO CENTRAL



DETALLE TALLADO DE UNION



DETALLE LARGUERO LATERAL



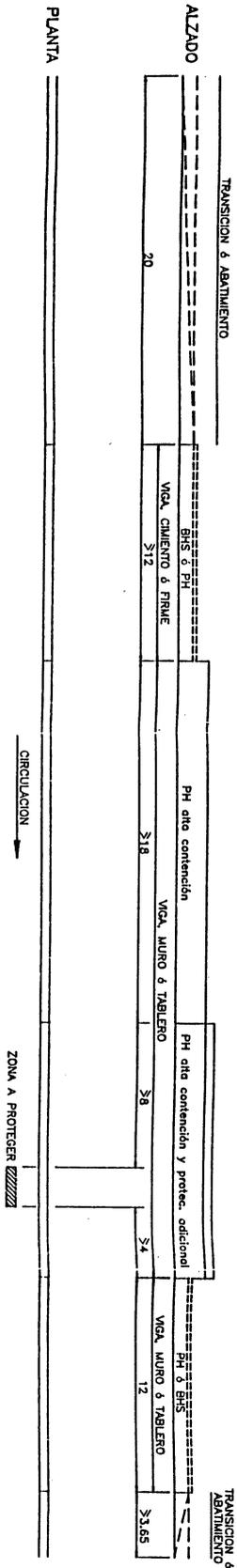
POSICION DEL TALLADO DE UNION A LA BARRERA

PRETIL DE HORMIGON DE ALTA SEGURIDAD PHPJ6/1-17^d

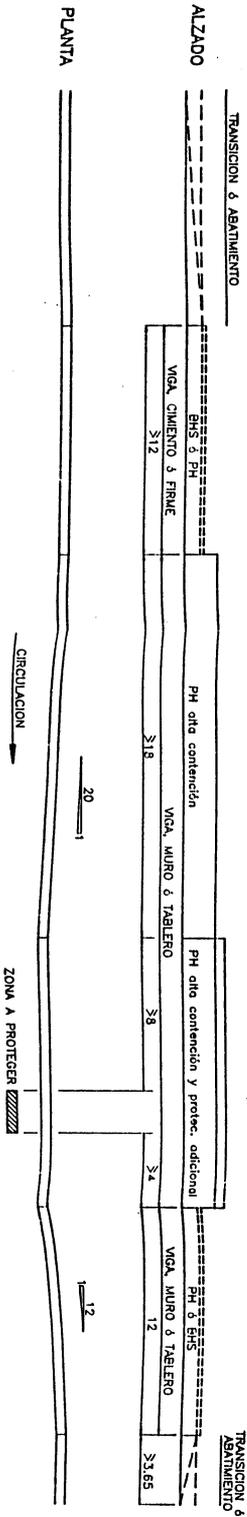
TRANSICION DE PHPJ6/1-10 A PHPH6/1-17

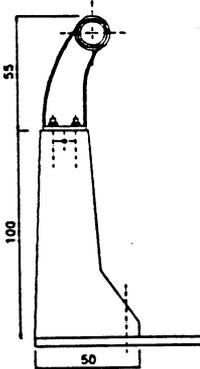
C.1.3/4

DISPOSICION DE TRANSICION



DISPOSICION DE TRANSICION EN ESTRECHAMIENTO



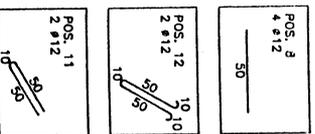
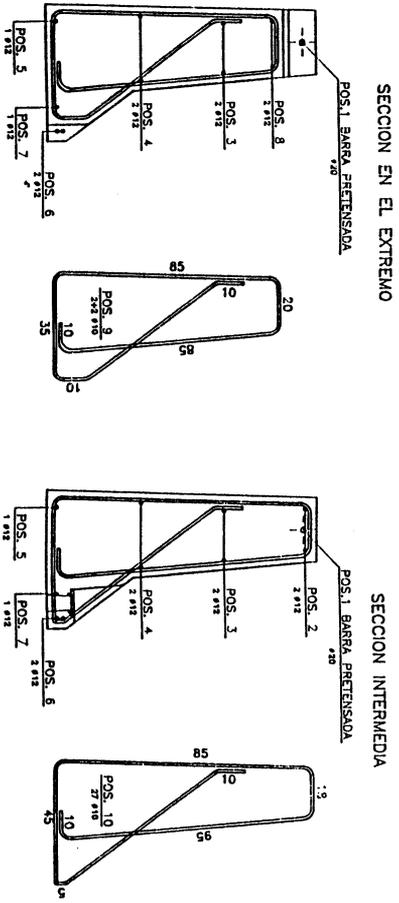
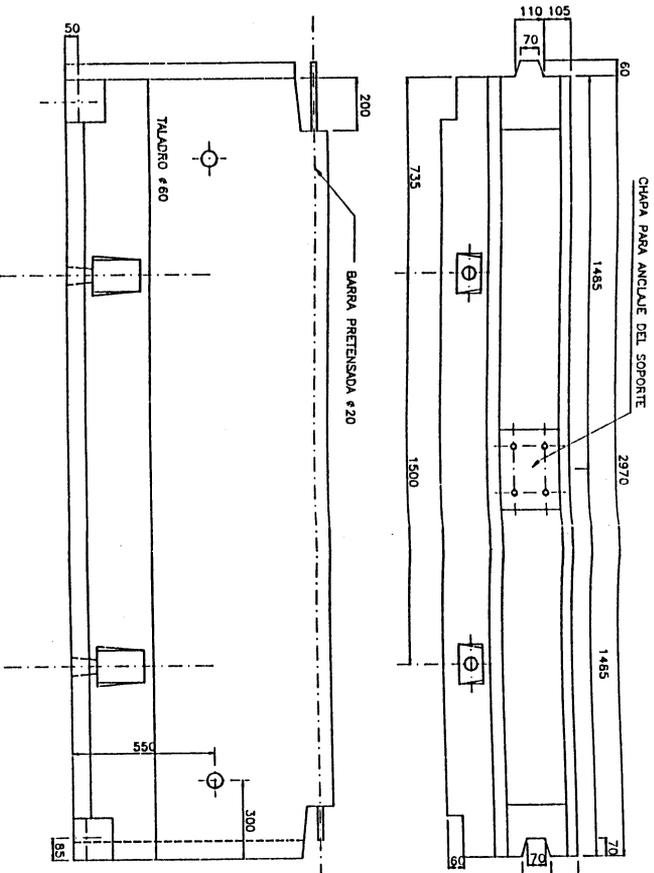
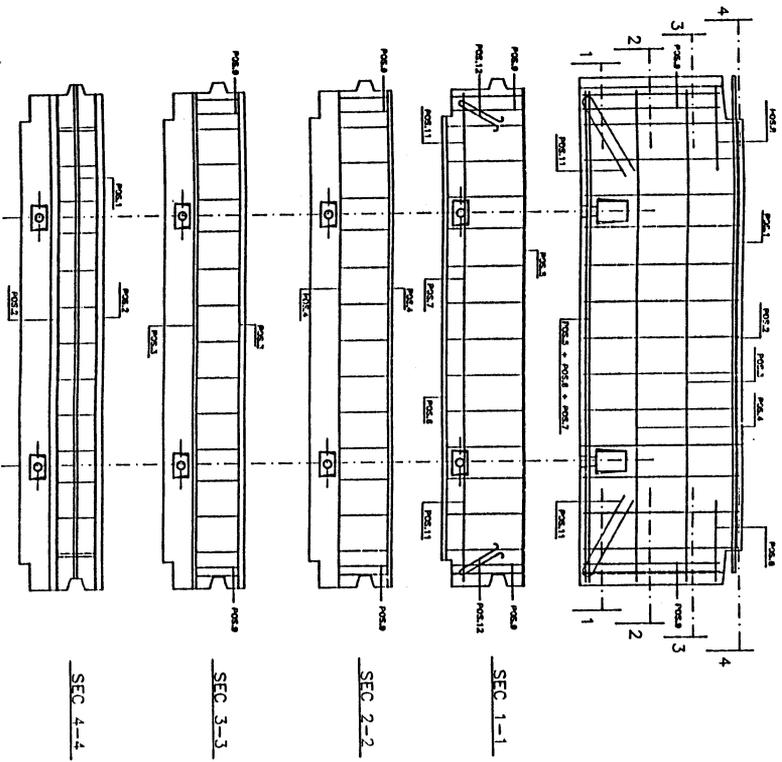
PRETEL DE HORMIGON PREFABRICADO CON BARANDA PX3/1-15a		DEFINICION	C.1.4/1	
		FICHAS A CONSULTAR C.1.1/4 C.1.2/3 C.1.2/4 C.1.2/5		
		EMPLEO En los bordes del tablero de obras de paso donde el tráfico sea pesado. El empleo de la baranda garantiza un mejor comportamiento de la barrera ante el choque de un vehículo pesado.		
CLASE		P		
COMPORTAMIENTO ESPERADO	VEHICULO LIGERO	AUTOBUS	VEHICULO PESADO	
Disipación de energía	Buena	---	Buena	
Posibilidad de redireccionamiento	Buena	---	Buena	
Posibilidad de ser franqueado	Nula	---	Escasa	
Deformabilidad	Nula	---	Escasa	
Conservación	Optima	---	Optima	
FECHA DE APROBACION		FECHA ULTIMA REVISION 5/11/91		
MATERIALES		NORMAS UNE		OTRAS NORMAS
Hormigón ($f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$) ó Hormigón aligerado ($1,8 \text{ t/m}^3$ y 35 N/mm^2) Armaduras: AEH400 Acero: A42b T 5.6 Barra y manguito: "Diwidag"		UNE 135.111 * UNE 135.112 *		EH 91 EH 91
		* En redacción		

PRETIL DE HORMIGON PREFABRICADO
CON BARANDA
PX3/1-15d

ELEMENTOS CONSTITUYENTES TIPO CORTO (3 m)
ARMADURA

C.1.4/2

Nota: para el resto de los elementos vease C.1.1/2 y 3



POSICION	N.	Ø	L.UNIT.	L.TOT.	Kg.UNIT.	Kg. TOTAL
POS. 1	1	20	295	295	7.27	
POS. 2	2	12	292	292	4.47	
POS. 3	2	12	292	292	5.15	
POS. 4	2	12	290	290	5.12	
POS. 5	2	12	290	290	4.57	
POS. 6	2	12	290	290	4.70	
POS. 7	2	12	290	290	2.57	
POS. 8	2	12	290	290	0.888	
POS. 9	1	10	320	1280	28.07	
POS. 10	2	12	330	220	1.95	
POS. 11	2	12	110	250	2.30	
POS. 12	2	12	50X100X10			
POS. 13	2	12	50X100X10			
POS. 14	1	12	CHAPAS 210X280X8			
POS. 15	4	12	34.5	218	3.86	
POS. 16						72.97

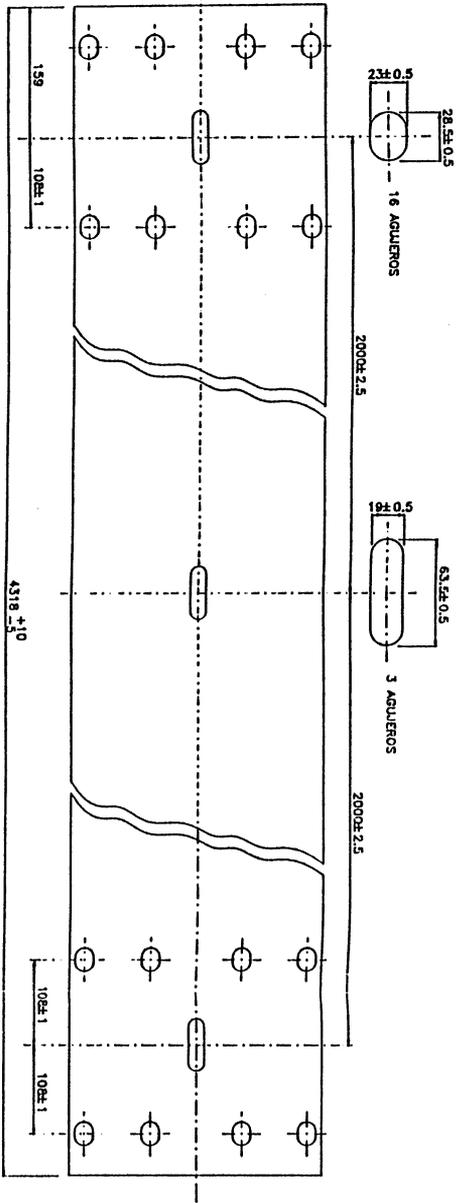
N.B.
OBLIGATORIO EL EMPLEO DE SEPARADORES
DE PLASTICO PARA UN RECUBRIMIENTO MINIMO
DE 20mm.

BARRERA METALICA

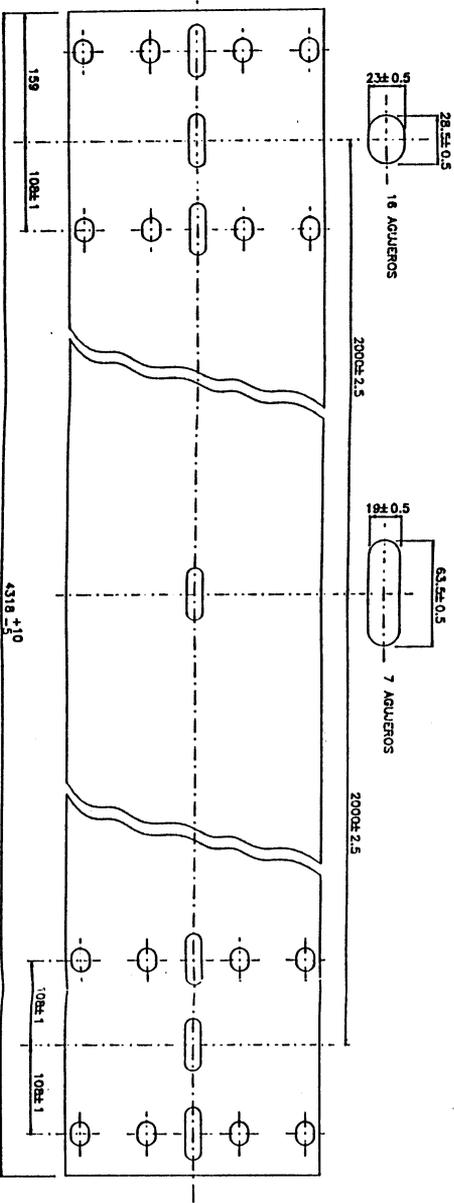
VALLAS

0.2.1/1

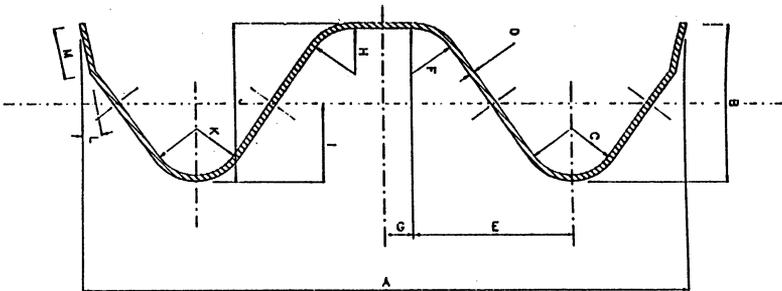
VALLA RECTA ESTANDAR



VALLA RECTA DESMONTABLE



PERFIL BIONDA



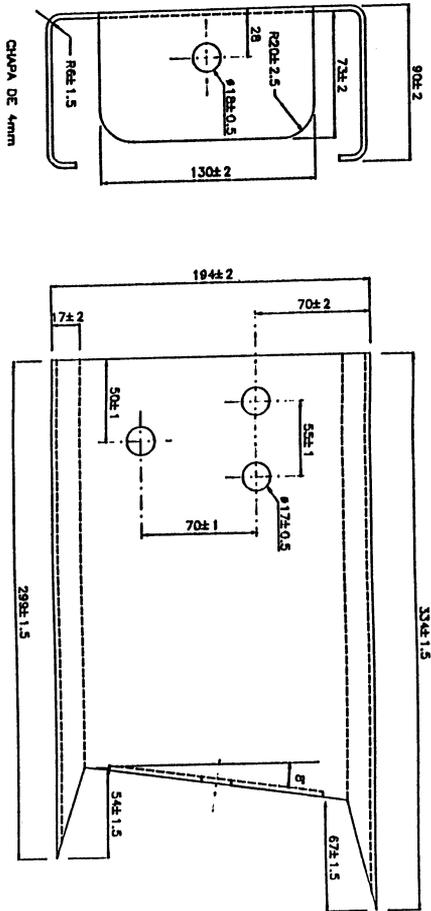
	NOMINAL	TOLER.-	TOLER.+
A	310	0	6
B	80	0	2
C	24	-1	2
D	24	-1	2
E	82	-1	2
F	24	-0.5	2
G	14	-2	2
H	24	-2	3
I	39	-2	5
J	81	0	2
K	24	-2	5
L	10	-5	1
M	27	-1	1

BARRERA METALICA

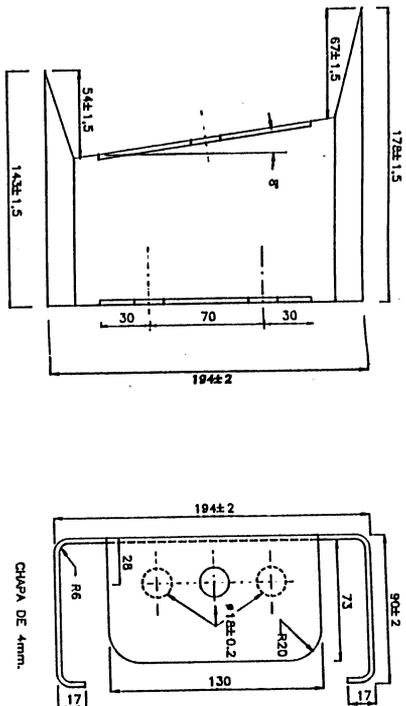
SEPARADORES Y ELEMENTOS DE UNION

0.2.1/3

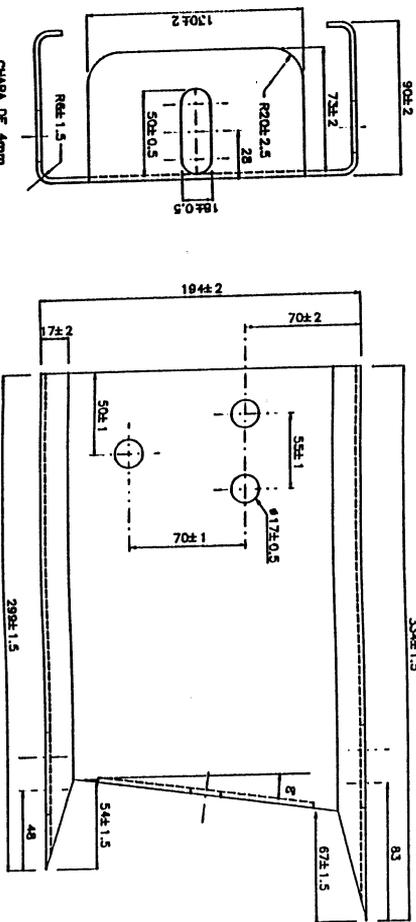
SEPARADOR ESTANDAR



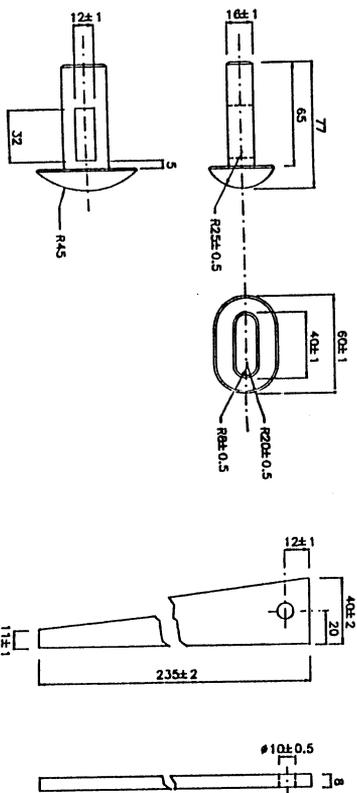
SEPARADOR CORTO



SEPARADOR BARRERA ABATIBLE



BULON Y CLAVIA



TORNILLERIA



CABEZA REDONDA

M 16±30 (VALLA-VALLA)

M 16±40 (VALLA-Poste o Separador)

CABEZA HEXAGONAL

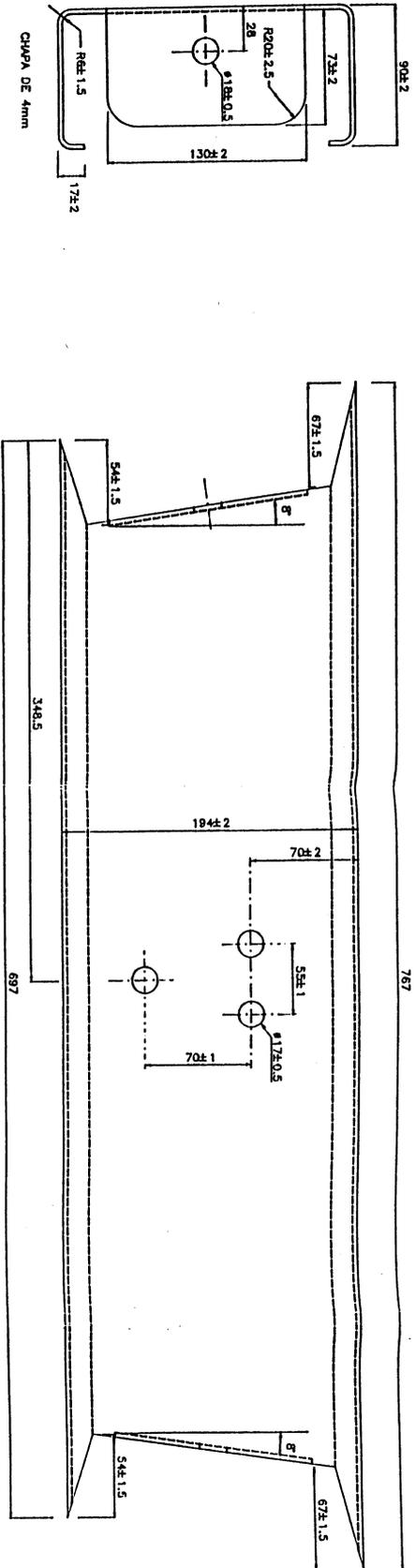
M 16±40 (Poste-Separador)

BARRERA METALICA

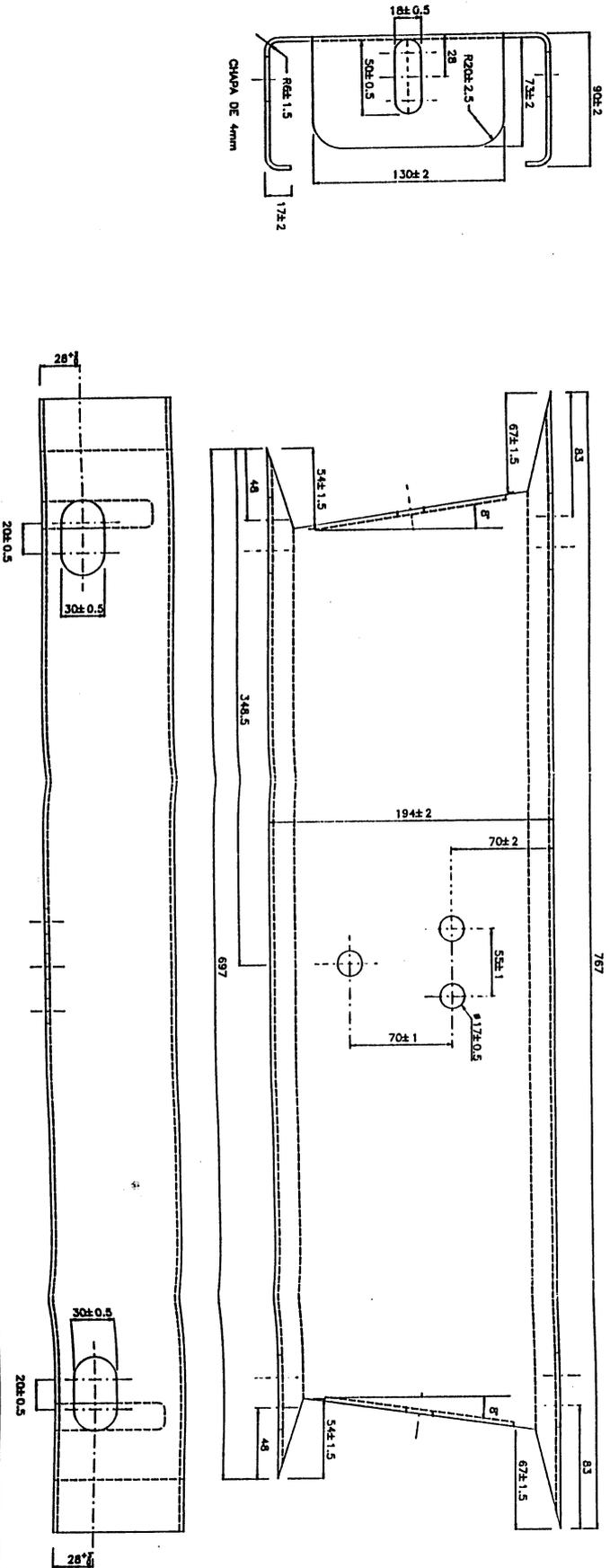
SEPARADORES

0.2.1/4

SEPARADOR SIMETRICO



SEPARADOR SIMETRICO BARRERA DESMONTABLE

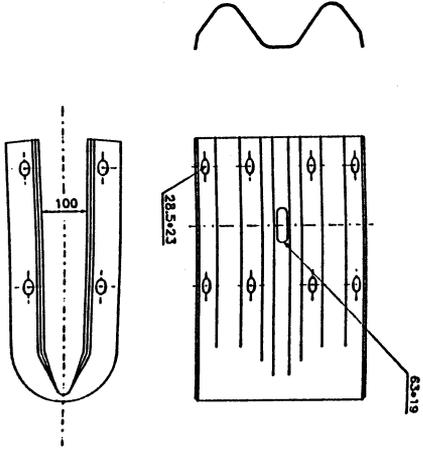


BARRERA METALICA

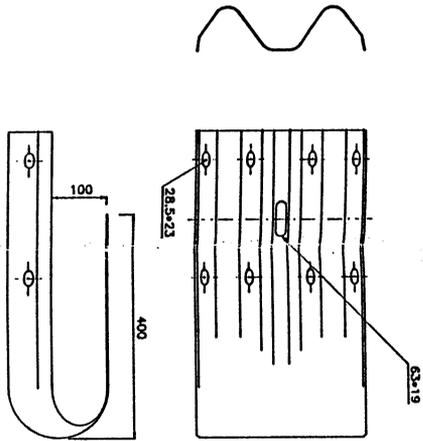
TERMINALES Y PIEZAS ESPECIALES

0.2.1/5

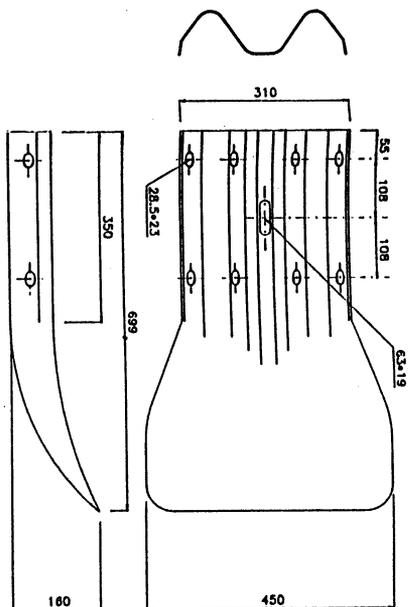
TOPE FINAL DE BARRERA DOBLE



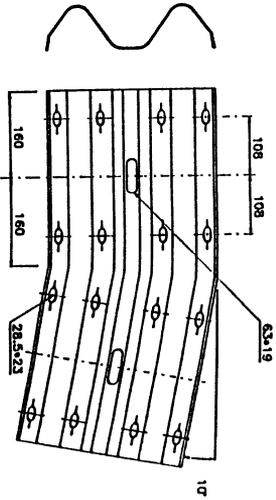
TOPE FINAL DE BARRERA SIMPLE



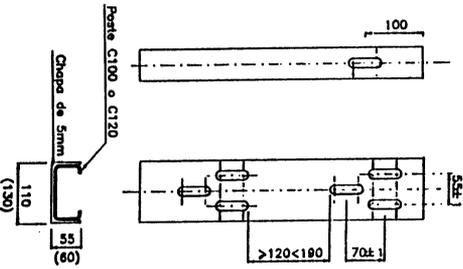
FINAL DE BARRERA EN "COLA DE PEZ"



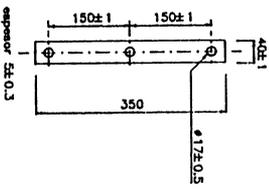
PIEZA ANGULAR



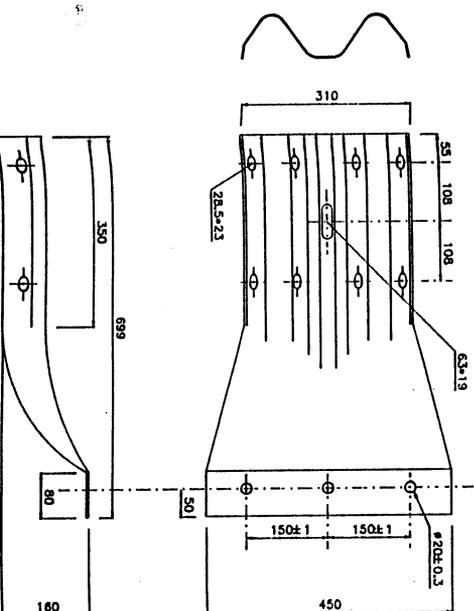
PIEZA DE RECRECIDO



PLETINA DE FIJACION



FINAL DE BARRERA EN "COLA DE PEZ" APLASTADA

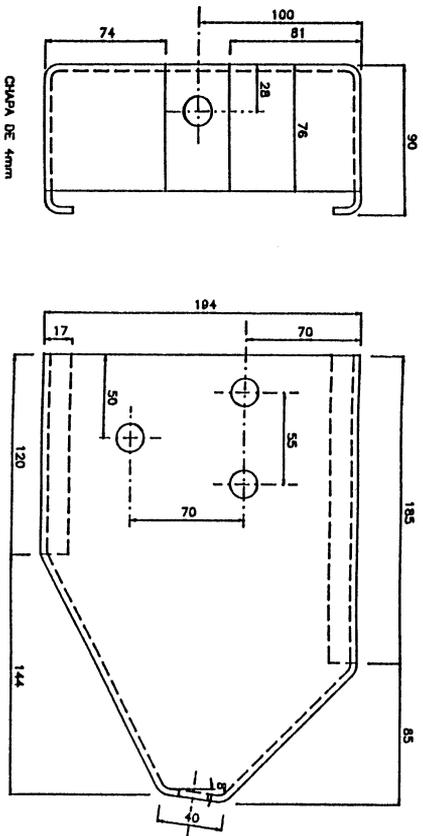


BARRERA METALICA

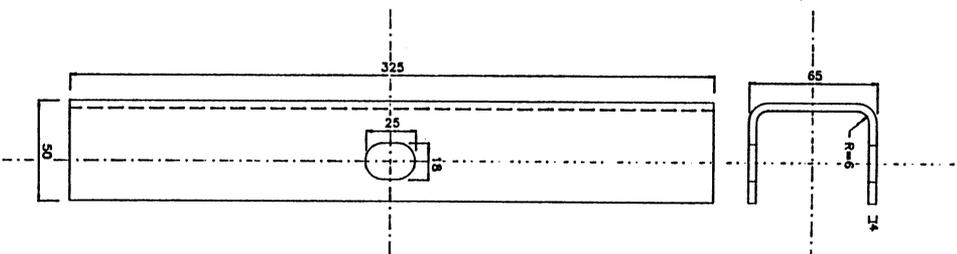
ELEMENTOS PARA VALLAS DOBLES

0.2.1/6

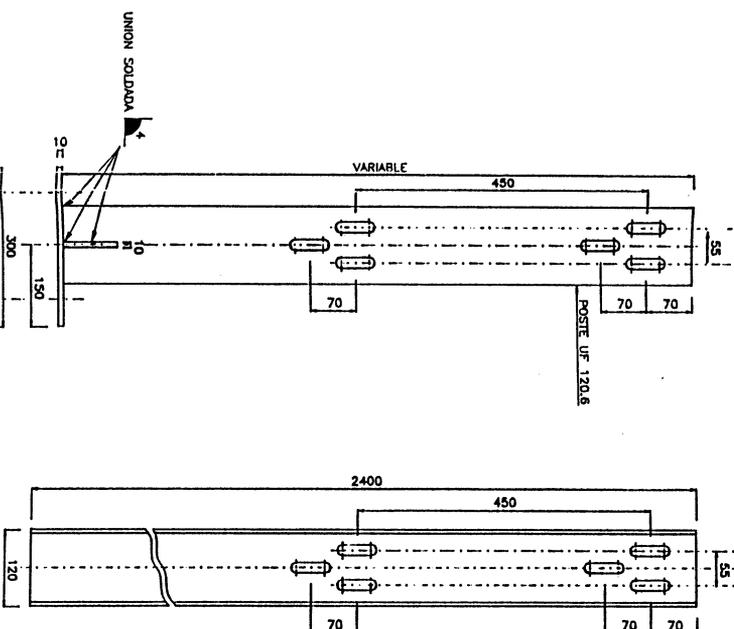
SEPARADOR VALLA DOBLE



PIEZA INTERMEDIA ENTRE VALLAS YUXTAPUESTAS



POSTE CON PIE PARA PRETIL



UF 120.6

TORNILLERIA



CABEZA REDONDA

M 16x30 (VALLA-VALLA)

M 16x40 (VALLA EXTERIOR-ELEMENTO DE SEPARACION)

CABEZA HEXAGONAL

M 16x40 (UNION RESTO DE LOS ELEMENTOS)

4 soldados en los pies

Detalle de la platina espesor 10mm

**ANEXO #4 - CARACTERÍSTICAS DE
ALGUNOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE
VEHÍCULOS**

ANEXO #4 - CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

1 INTRODUCCIÓN

Se recogen en el presente Anexo las principales prescripciones técnicas referentes a los materiales de las barreras metálicas y de hormigón.

Estas prescripciones técnicas figuran de manera más completa en las normas UNE 135112, UNE 135121 Y UNE 135122 (pendientes de aprobación en la fecha de redacción de la presente Orden Circular).

2 BARRERAS METÁLICAS DE SEGURIDAD

2.1 VALLAS

2.1.1 Materiales.

2.1.1.1 Acero.

El acero para la fabricación de la valla será de las características fijadas en la UNE 36.093 para el grado AP-11.

El espesor nominal será de 3 mm.

2.1.1.2 Galvanización.

La valla estará protegida contra la corrosión mediante el procedimiento de galvanizado en caliente, conforme a la UNE 37.501 y UNE 37.508.

La calidad del zinc será conforme a la UNE 37.301.

El espesor y masa mínimos del recubrimiento será el definido por la UNE 37.508 para aceros de espesor comprendido entre 3 y 6 mm, correspondiéndoles los valores medios de 70 μm y 500 g/m^2 de espesor y masa del recubrimiento respectivamente. Estos valores se recogen en la O.C. 318/91 T y P.

2.1.1.3 Ensayos.

El control del espesor de la valla se realizará a través del peso de la misma, mediante un control estadístico por variables de acuerdo con la norma ISO 3951. La OC 319/91 T y P describe el procedimiento operativo a seguir para efectuar este control.

Para el control del recubrimiento se realizarán los ensayos de aspecto superficial, adherencia, masa y espesor medios del recubrimiento conforme a la UNE 37.501 y UNE 37.508¹.

El control de las dimensiones de la valla se realizará sobre ésta antes de su galvanizado. No obstante, la altura y anchura del perfil y la longitud total de la valla podrán controlarse sobre ésta una vez galvanizada.

2.1.1.4 Identificación del fabricante.

El fabricante deberá marcar todas las vallas con una marca que permita su identificación.

2.1.2 Elementos accesorios.

2.1.2.1 Materiales.

El acero para la fabricación de separadores y de elementos finales de barrera, contruídos a partir de chapa o fleje, será un acero de las características fijadas en la UNE 36.093 para el grado AP-11.

El acero para la fabricación de postes y otros accesorios será de grado AP-11, definido en la UNE 36.570 para perfiles abiertos conformados en frío.

En elementos de unión (tornillería) no definidos por norma alguna se emplearán aceros de características similares a los tipos normalizados. En la unión del separador al poste se emplearán tornillos de calidad mínima 5.6². En la unión de va-

¹ Véase también O.C. 318/91 T y P.

² Tornillos, tuercas y arandelas M 16x30 según DIN 7990, DIN 555 y DIN 7989, respectivamente.

llas al poste o al separador, se emplearán tornillos y arandelas de calidad mínima 4.6 y tuercas similares a las anteriormente citadas (DIN 555).

Todos los elementos accesorios estarán protegidos contra la corrosión mediante el procedimiento de galvanizado en caliente, conforme a la UNE 37.507 en el caso de la tornillería y elementos de fijación, y conforme a la UNE 37.501 y 37.508 en el caso de postes, separadores y otros elementos¹.

2.1.2.2 Ensayos.

Los ensayos y controles dimensionales se realizarán según las normas particulares que puedan ser aplicables a cada caso.

Para el control del recubrimiento se realizarán los ensayos de aspecto superficial, adherencia, masa y espesor medios del recubrimiento conforme a la UNE 37.501 y UNE 37.508 en el caso de postes, separadores y otros elementos, y UNE 37.507 en el caso de la tornillería y elementos de fijación. Las condiciones de aceptación o rechazo se indican en la O.C. 318/91 T y P.

2.1.2.3 Identificación del fabricante.

El fabricante deberá marcar todos los elementos con una marca que permita su identificación.

3 BARRERAS DE HORMIGÓN

3.1 MATERIALES

3.1.1 Cemento.

Se recomienda utilizar cementos de tipo I ó II en todas sus clases y categorías resistentes² definidas en la norma UNE 80.301.

¹ Véase O.C. 318/91 T y P.

² 35, 35A, 45, 45A, 55 y 55A.

3.1.2 Aridos.

Los áridos, con un tamaño máximo de 20 mm, cumplirán con las prescripciones técnicas mencionadas en el artículo 7 de la Instrucción EH 91.

3.1.3 Agua de amasado.

El agua para el amasado y curado del hormigón cumplirá con lo especificado en el artículo 6 de la Instrucción EH91.

3.1.4 Aditivos.

Los aditivos cuya utilización está permitida deben cumplir las prescripciones técnicas de la UNE 83.200.

3.2 HORMIGÓN

Se empleará un hormigón con una resistencia característica de al menos 25 N/mm², de acuerdo con la Instrucción EH 91.

En barreras con encofrado perdido, el hormigón de relleno deberá tener una resistencias características de al menos 17,5 N/mm².

Las barreras y pretilas de alta capacidad de contención (tipo P) emplearán el tipo de hormigón adecuado en función de los resultados de los ensayos de impacto. La resistencia característica figurará en la ficha de definición de la barrera o pretil (Anexo #3).

En el caso de las barreras BH*P y de los pretilas, el valor de dicha resistencia característica será de 35 N/mm².

Si la barrera se fuera a situar en lugares sometidos a heladas, sería necesario asegurar un contenido de aire ocluido entre el 3% y el 6%, mediante el empleo de un aireante en la dosificación.

3.3 ARMADURAS

Las armaduras serán de alta adherencia y características mecánicas AEH 400, como mínimo.

3.4 ENCOFRADOS PERDIDOS

Los encofrados perdidos estarán contruídos de un material resistente y que conserve sus características mecánicas ante la exposición continuada de la radiación solar.

La configuración de las paredes interiores del módulo debe presentar salientes o relieves que, además de conformar la estructura resistente, sean capaces de soportar la presión hidrostática del hormigón de relleno, y sirvan para evitar el deslizamiento del encofrado sobre el hormigón fraguado.

3.5 CONTROL DE CALIDAD

3.5.1 Barreras hormigonadas "in situ".

El control de calidad del hormigón se llevará a cabo de acuerdo con el artículo 58 de la Instrucción EH 91. Deberá realizarse una medida de consistencia por cada cuba de hormigón.

El control de la arista superior de la barrera se efectuará mediante una regla de 3 metros sobre la totalidad de la obra. No se admitirán flechas en alzado superiores a 5 mm.

El control metrológico de las dimensiones se efectuará según la UNE 82-301.

3.5.2 Barreras prefabricadas.

Por cada lote de 400 elementos o menos, se tomarán 5 elementos cualesquiera, sobre los que se comprobará:

- La presencia de defectos superficiales en no más del 15 % de la superficie de cada elemento.
- La ausencia de coqueras.
- La resistencia característica del hormigón. La resistencia medida sobre testigos extraídos de la barrera deberá ser al menos el 80 % de la especificada.

4 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 36.093: Banda y fleje laminada en caliente, de acero de bajo contenido en carbono no aleado, para embutición o conformación en frío, Madrid, AENOR, 1985.
- 2 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 36.570: Perfiles abiertos y conformados en frío. Características y condiciones generales de recepción y suministro, Madrid, AENOR, 1978 (erratum, 1980).
- 3 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 37.301: Zinc en lingotes, Madrid, AENOR, 1988.
- 4 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 37.501: Galvanización en caliente. Características y métodos de ensayo, Madrid, AENOR, 1988.
- 5 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 37.508: Recubrimientos galvanizados en caliente de piezas y artículos diversos, Madrid, AENOR, 1988.
- 6 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 66.030: Reglas y tablas de muestreo para la inspección por variables de los porcentajes de unidades defectuosas; Madrid, AENOR, 1984.
- 7 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 80.301, Cementos. Definiciones, clasificación y prescripciones técnicas, Madrid, AENOR, 1988.
- 8 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 82.301: , Rugosidad superficial. Parámetros, sus valores y las reglas generales para la determinación de las prescripciones técnicas, Madrid, AENOR, 1986.
- 9 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 83.200: Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Clasificación y definiciones, Madrid, AENOR, 1984.
- 10 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 83.304: Ensayos de hormigón. Rotura por compresión; Madrid, AENOR, 1984.
- 11 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); PNE 135.111: Barreras de seguridad de hormigón. Definiciones, clasificación, dimensiones y tolerancias, Madrid, AENOR, 1991.
- 12 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); PNE 135.112: Barreras de seguridad de hormigón. Materiales básicos y control de ejecución, Madrid, AENOR, 1991.

- 13 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); PNE 135.121: Barreras metálicas de seguridad. Valla de perfil de doble onda. Materiales, dimensiones, formas de fabricación y ensayos; Madrid, AENOR, 1991.
- 14 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR); UNE 135.-122¹: Barreras metálicas de seguridad. Elementos accesorios de las barreras metálicas. Materiales, dimensiones, formas de fabricación y ensayos; Madrid, AENOR, 1991.
- 15 Dirección General de Carreteras (M.O.P.T.); Orden Circular 318/91 T y P: Galvanizado en caliente de elementos de acero empleados en equipamiento vial; Madrid, M.O.P.T., 1991.
- 16 Dirección General de Carreteras (M.O.P.T.); Orden Circular 319/91 T y P: Tolerancias de espesor en vallas metálicas para barreras de seguridad continuas; Madrid, M.O.P.T., 1991.
- 17 Deutsches Institut für Normung (D.I.N.); DIN 555: Sechskantmuttern; Gewinde M 5 bis M 100 x 6; Produktklasse C. (Tuercas hexagonales M 5 a M 100 x 6. Producto grado C); Berlín; Colonia, D.I.N., 1987.
- 18 Deutsches Institut für Normung (D.I.N.); DIN 7989: Scheiben für Stahlkonstruktionen (Arandelas planas para estructuras metálicas); Berlín; Colonia, D.I.N., 1974.
- 19 Deutsches Institut für Normung (D.I.N.); DIN 7990. Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern für Stahlkonstruktionen (Tornillos y tuercas hexagonales para estructuras metálicas); Berlín; Colonia, D.I.N., 1989.
- 20 M.O.P.T., Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH 91; Madrid, M.O.P.T., 1991.

¹Pendientes de aprobación en la fecha de redacción de la presente Orden Circular.