

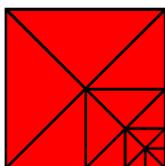
1997-01-22

**INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
BARRERAS DE SEGURIDAD DE CONCRETO PARA
VÍAS**



E: CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE. CONCRETE
SAFETY BARRIERS FOR ROADS

CORRESPONDENCIA:



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

DESCRIPTORES: dispositivo de señalización en
carreteras; barrera de concreto;
seguridad de carreteras; barrera de
seguridad; prevención de accidentes;
prefabricado de concreto.

I.C.S.: 91.100.30: 93.080.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4083 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1997-01-22.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 369902 Prefabricados en concreto a cargo de la STN: ICPC.

AGRECON	INDURAL
BLOQUES Y ADOQUINES	ICPC
BLOCKACERO	MANUFACTURAS DE CEMENTO
BLOKES LTDA.	PRECONCRETO
CEMENTOS DIAMANTE DE	PRECONCRETOS
BUCARAMANGA	PREMOLDA
CONCRETOS MODULARES	RC. PREFABRICADOS.
EE. PP.M.	

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ASOCRETO	INDUSTRIAS CONCRETODO
CEMENTOS BOYACÁ	POLITECNICO COLOMBIANO
CEMENTO RIOCLARO	POSTES Y PREFABRICADOS DE
CONCRETO S.A.	OCCIDENTE
CONCRETODO LTDA.	PREFABRICADOS OMEGA LTDA.
CONCRETOS DIAMANTE	PRETECOR LTDA.
CONCRETOS INDUSTRIALES	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
COLOMBIANOS	COMERCIO
FERROVIAS	

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.
BARRERAS DE SEGURIDAD DE CONCRETO PARA VÍAS**

1. OBJETO

1.1 Esta norma especifica las características que deben tener las barreras de seguridad que se colocan para dividir los dos sentidos de una vía, o a los lados de la misma, con el propósito de orientar a los vehículos que, accidentalmente, se salgan de su carril. De esta manera, se pueden reducir las consecuencias de penetrar en zonas que representan peligro.

1.2 Se pretende que al interactuar las barreras de seguridad de concreto con los vehículos, estas absorban la energía del impacto, con una trayectoria que tenga un ángulo pequeño con respecto al eje longitudinal de la barrera; los orienten y puedan continuar en la dirección del tráfico, sin volcarse. Esta contención del impacto se debe dar sin que se presente ninguna deflexión significativa o deformación transversal de la barrera a causa del impacto de los vehículos

1.3 Si bien los perfiles y otras características de las barreras que se especifican en esta norma se pueden utilizar para las barreras construidas sobre puentes y sobre el borde de muros de contención, el refuerzo y el sistema de anclaje de las mismas debe obedecer a los requisitos de la Norma Colombiana de Puentes de 1996 y al LRFD Bridge Design Specifications - 1994 de la AASHTO.

1.4 En esta norma, los valores se deben regir de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (véase la NTC 1000 (ISO 1000)).

2. MATERIALES

2.1 MATERIALES CEMENTANTES

Los materiales cementantes deben cumplir con las siguientes normas que sean aplicables:

2.1.1 Cemento Pórtland, la NTC 121 (ASTM C 150) y la NTC 321. (ASTM C 150)

2.1.2 Cemento hidráulico adicionado, la norma ASTM C 1157.

2.1.3 Cemento Pórtland blanco, la NTC 1362. (IRAM 1691)

2.2 AGREGADOS

Los agregados deben cumplir con las normas siguientes, excepto en lo relativo a los requisitos de granulometría:

2.2.1 Agregados de peso normal, la NTC 174. (ASTM C 33).

2.2.2 Agregados livianos, la NTC 4045. (ASTM C 330).

2.2.3 Se puede utilizar como agregado, concreto reciclado.

2.3 AGUA DE MEZCLA

El agua de mezcla debe cumplir con la NTC 3459. (BS 3148).

2.4 ADITIVOS

Los aditivos deben cumplir con las siguientes normas que sean aplicables:

2.4.1 Aditivos químicos para concreto, la NTC 1299 (ASTM C 494).

2.4.2 Aditivos incorporadores de aire para concreto, la NTC 3502 (ASTM C 260).

2.4.3 Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Pórtland, la NTC 3493. (ASTM C 618).

2.4.4 Escoria de alto horno, granulada y molida para uso en concretos y morteros, la NTC 4018 (ASTM C 989).

2.5 PIGMENTOS

Los pigmentos deben cumplir con la NTC 3760. (ASTM C 979).

2.6 REFUERZO

El acero de refuerzo debe cumplir con las siguientes normas que sean aplicables:

2.6.1 Barras corrugadas, la NTC 248 (Copant R15) ó la NTC 2289.

2.6.2 Mallas soldadas fabricadas con alambre corrugado, la NTC 2310 (ASTM A 497).

2.7 OTROS MATERIALES

Con anterioridad al uso de otros materiales que no estén cubiertos por las normas anteriores, tales como los repelentes de agua integrales, el sílice finamente molido y otros constituyentes de la mezcla, se debe determinar, mediante ensayos o por la experiencia, que sean adecuados para su uso en concreto.

3. REQUISITOS DE LA BARRERA

3.1 REQUISITOS DIMENSIONALES

3.1.1 Geometría de la sección

3.1.1.1 Cara al tráfico. Cara de la barrera que puede entrar en contacto con el tráfico. Su geometría, que es siempre la misma, está definida en los siguientes numerales (véanse la Figura 1 y la Nota 1):

Nota 1. La geometría de la cara al tráfico, descrita en este numeral, se conoce como perfil tipo New Jersey.

- a) Plano inferior. Plano vertical, de 75 mm de altura, medidos a partir de la rasante del pavimento adyacente. Si posteriormente se espera colocar sobrecapas a dicho pavimento sin renivelar la barrera, la altura del plano inferior se puede incrementar hasta 150 mm, sin que por ello se modifique la efectividad de la barrera; pero la altura del plano inferior nunca debe ser menor que 65 mm, pues se altera el comportamiento de la misma.
- b) Plano intermedio. Plano de transición entre el inferior y el superior, que forma un ángulo de 55° con respecto a la horizontal, con proyecciones de 250 mm sobre la vertical y de 175 mm sobre la horizontal.
- c) Plano superior. Forma un ángulo de 84° con respecto a la horizontal y se prolonga hacia arriba hasta que la altura de la barrera alcance los 800 mm ó 1 m con respecto a la rasante, según se haya especificado.
- d) Plano de remate. Plano horizontal que intersecta el plano superior y que define el ancho mínimo de la barrera, que debe ser de 150 mm para cualquier perfil.
- e) Plano de rasante. Plano horizontal que intersecta el plano inferior y que coincide con el de la rasante. Puede ser o no el plano de apoyo de la barrera, según el sistema de fundación que se utilice.
- f) Plano de apoyo. Plano horizontal que delimita el concreto de la barrera en su parte inferior, y que puede estar por debajo del plano de rasante cuando la barrera tiene parte de su volumen empotrado por debajo de la rasante.
- g) Arista. Línea de intersección entre dos planos, que se puede manejar de tres maneras diferentes.
 - 1) Aristas vivas. Aquéllas que se dejan tal como resultan de la intersección de los dos planos que las forman, sin ninguna modificación.
 - 2) Aristas redondeadas. Se pueden elaborar con un radio $r = 25$ mm, en los ángulos interiores (por el lado del concreto) menores que 180° y un radio $r = 200$ mm para los ángulos interiores de más de 180°, en cualquier arista de la barrera, excepto las aristas internas y externas del machihembrado que se deben redondear con un radio $r = 5$ mm.

- 3) Aristas achaflanadas. Se pueden elaborar mediante un chaflán con proyecciones de 25 mm sobre la horizontal y sobre la vertical, en las aristas entre el plano de remate y los planos superiores, el plano de rasante y los planos inferiores, y los ángulos de intersección de todos los planos con los extremos. No se permiten ni en las aristas internas ni externas del machihembrado.

3.1.1.2 Cara posterior. Cara opuesta a la que quede frente al tráfico. En el perfil unidireccional mínimo, es un plano vertical de toda la altura de la barrera, lo que da un plano de rasante de 375 mm de ancho (véase la Figura 2d). En el perfil unidireccional, es un plano inclinado que intersecta el plano de rasante y el de remate con un ángulo de 81°, para poder tener un plano de rasante de 500 mm de ancho (véase la Figura 2c). El perfil bidireccional tiene dos caras hacia el tráfico y no tiene cara posterior.

3.1.1.3 Cara lateral. Cara perpendicular al eje de la barrera, en los tramos de barrera prefabricados. En muy pocos casos este término es aplicable a las barreras como tales puesto que por lo general, no se pueden cortar verticalmente, sino que se debe elaborar una zona terminal o colocar un tramo terminal prefabricado.

3.1.1.4 Plano medio o del eje. Aunque no corresponde exactamente a una cara, es el plano vertical que corta el eje de simetría en el perfil bidireccional o el plano vertical que atraviesa por la mitad del tramo superior, a lo largo de la barrera, en los perfiles asimétricos como el bidireccional a desnivel, el unidireccional y el unidireccional mínimo (véase la Figura 2).

3.1.1.5 Altura. Distancia vertical entre el plano de remate y la rasante de la vía (o el plano de rasante). Por lo general, la altura es de 800 mm, pero puede ser de 1 m, según el criterio del diseñador, en cuyo caso el plano superior se prolonga hacia arriba, sin alterar su inclinación, y la barrera se ensancha para mantener el ancho mínimo del plano de remate en 150 mm. Consecuentemente, el plano superior queda con unas proyecciones de 70 mm en la horizontal y de 675 mm en la vertical, y el plano de rasante queda con 640 mm de ancho en el perfil bidireccional, 395 mm en el unidireccional mínimo y 530 mm en el unidireccional.

3.1.1.6 Longitud. Dimensión de la barrera a lo largo de su eje, para la cual no existe un límite práctico. Dado que la continuidad de la barrera le aporta una gran inercia al desplazamiento y volcamiento, ésta se debe interrumpir lo menos posible. En una barrera conformada con tramos prefabricados, la continuidad se garantiza mediante el mecanismo de transmisión de empuje transversal conocido como machihembrado, descrito en las Figuras 3 a 5, y la longitud de la barrera se considera como la suma de todos los tramos que estén colocados uno en seguida del otro y entre los cuales haya transmisión de empuje transversal. Cuando se construyen porciones de barrera adyacentes elaboradas con tramos prefabricados o en el sitio con formaletas fijas o delizantes, el mecanismo de transmisión de empuje transversal debe tener, en la interfase, al menos la misma efectividad que el machihembrado entre dos tramos prefabricados.

3.1.2 Perfil

Sección transversal de la barrera que se clasifica de diversas maneras.

3.1.2.1 Perfiles según su aplicación. Se hace referencia a la porción de la sección transversal que sobresale por encima del plano de rasante.

- a) Perfil bidireccional a nivel. Se utiliza cuando la barrera va a tener circulación de vehículos por ambos lados, y ambas rasantes se encuentran al mismo nivel (como separador entre carriles de circulación igual o contraria (barrera medianera) o

como barrera prefabricada móvil, (de uso múltiple). Es simétrico con respecto al eje de la barrera; tiene dos caras al tráfico, separadas por el plano de remate de 150 mm de ancho, y un plano de rasante de 600 mm de ancho para barreras de 800 mm de alto y 640 mm de ancho para barreras de 1 m de alto (véase la Figura 2a).

- b) Perfil bidireccional a desnivel. Tiene funciones iguales que el anterior pero entre rasantes a desnivel. Esto implica que se prolonga el plano superior de la cara más baja hasta que intersecte el plano de remate de la cara más alta, conservando el ancho mínimo, de 150 mm, de dicho plano (véase la Figura 2b).
- c) Perfil unidireccional mínimo. Tiene una sola cara hacia el tráfico y, consecuentemente, se utiliza cuando la barrera va a tener circulación de vehículos por un solo lado. Tiene su cara posterior vertical y un plano de rasante de 375 mm de ancho. Es más inestable que el unidireccional, pero puede ser necesario en casos especiales (véase la Figura 2d). No se utiliza para barreras móviles. Algunas veces se utiliza prefabricado o vaciado para barandas de puentes (véase el numeral 1.3).
- d) Perfil unidireccional. Similar al unidireccional mínimo, pero su cara posterior es un plano inclinado de 81° con respecto a la horizontal y su plano de rasante tiene 500 mm de ancho (véase la Figura 2c) cuando la altura de la barrera es de 1 m, el plano de rasante tiene 530 mm y el ángulo sigue siendo de 81° . No se utiliza para barreras móviles, pero se puede utilizar prefabricado para construir barreras fijas y prefabricado o vaciado para barandas de puentes (véase el numeral 1.3).

3.1.2.2 Perfiles según el sistema constructivo y de fundación. Se hace referencia a la sección continua de concreto que tiene la sección transversal de la barrera.

- a) Perfiles vaciados para fundación con dovelas. Aparecen delimitados con líneas continuas en su plano de rasante (véanse las Figuras 2a, 2c y 2d).
- b) Perfiles vaciados para fundación empotrada. Aparecen delimitados con líneas punteadas en su plano de rasante (véase la Figura 2). Son iguales a los del numeral anterior con una prolongación de 200 mm hacia abajo del plano de rasante. Dada la mayor inestabilidad del perfil para barreras en vías a desnivel, sólo se acepta el empotramiento como sistema de fundación, no el de dovelas.
- c) Perfil prefabricado para fundación con dovelas. Coincide con los vaciados para fundación con dovelas (véase el numeral a). No se fabrica para vías a desnivel, pues este es un caso que, por lo general, solo se presenta en curvas.
- d) Perfil prefabricado para fundación empotrada. Coincide con los vaciados para fundación empotrada (véase el numeral b), excepto la opción para vías a desnivel que tampoco se fabrica.

3.1.2.3 Áreas de los perfiles (secciones). Para efectos de cálculos del peso de la barrera, se pueden utilizar las siguientes áreas para los diferentes perfiles, considerando la porción entre el plano de rasante y el de remate $246\ 250\ \text{mm}^2$ ($0,246\ \text{m}^2$) para el bidireccional (véase la Figura 2a); $233\ 125\ \text{mm}^2$ ($0,233\ \text{m}^2$) para el unidireccional (véase la Figura 2c) y $183\ 125\ \text{mm}^2$ ($0,183\ \text{m}^2$) para el unidireccional mínimo (véase la Figura 2d).

3.1.3 Extremos

Los extremos de una barrera pueden ser planos verticales sólo cuando no se tenga tráfico de vehículos acercándose de manera que puedan chocar de frente con ella. En cualquier otra situación, el perfil de la barrera se debe recortar de arriba hacia abajo, con un plano de una inclinación máxima. En la Figura 8b se puede ver un extremo prefabricado para barrera bidireccional.

3.1.4 Tolerancias generales

3.1.4.1 El alineamiento de la barrera no debe desviarse del de diseño en ± 15 mm, en ninguno de sus puntos, ni en más de 3 mm en 3 m, cualquiera que sea el sistema constructivo.

3.1.4.2 El nivel del plano de remate debe tener una tolerancia de ± 5 mm con respecto al nivel de diseño.

3.1.5 Tramos prefabricados

3.1.5.1 Geometría. La geometría y las dimensiones de los tramos de barrera están dadas en las Figuras 3 a 5.

3.1.5.2 Tipos de tramos

- a) Rectos. Se deben producir en dos longitudes: 3 m, como tramos rectos estándar; y 1 m, como tramos rectos de ajuste. En las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d se muestran las vistas en planta y frontal, en alzado, de los tramos estándar y de ajuste con perfil bidireccional; y en la Figura 4c se muestran las vistas laterales correspondientes en alzado. En las Figuras 5a y 5c se muestran las vistas en planta de los tramos estándar y de ajuste con perfil unidireccional (los alzados son idénticos a los de los bidireccionales ya referidos); y en la Figura 5d las vistas laterales correspondientes.
- b) Terminales. Se producen con una longitud de 3 m; y deben ser derechos (hembras) o izquierdos (machos), tanto para el perfil bidireccional como para el unidireccional. En las Figuras 4a, 4b y 4c se muestran las vistas en planta frontal y lateral para un extremo con perfil bidireccional; en la Figura 5b se muestra la vista en planta para un extremo con perfil unidireccional (la vista frontal, en alzado, es idéntica que para el perfil bidireccional (véase la Figura 4b).

3.1.5.3 Tolerancias

- a) Las tolerancias varían para cada dimensión: para el largo, ± 10 mm en los tramos de 3 m y ± 5 mm en los tramos de 1 m; para el ancho, ± 5 mm en el plano superior y ± 10 mm en el plano de rasante; para la altura, ± 10 mm.
- b) El plano vertical del eje de un tramo prefabricado de barrera no se debe desviar de la vertical en más de 7 mm.

3.1.5.4 Machihembrado. El sistema de transferencia de empuje, entre diferentes tramos, debe ser por machihembrado, con una geometría constante en toda la altura de la barrera, tal y como se indica en la Figura 4d. Cada tramo recto debe tener un extremo macho y uno hembra. La

definición de cuál debe ser cuál es irrelevante para los tramos con perfil bidireccional (véanse las Figuras 3a y 3c), pero es indispensable en los tramos terminales bidireccionales y en todos los unidireccionales (véanse las Figuras 4a, 5a, 5b y 5c). Para estos últimos se ha definido que el macho siempre salga a la izquierda.

3.1.5.5 Huecos para las dovelas. Deben ser troncocónicos, con las dimensiones indicadas en la Figura 4e, localizados alternadamente cada 500 mm y a 125 mm del plano medio o del eje de la barrera (véanse las Figuras 3, 4a, 4b, 5a a 5c). Se debe ser extremadamente cuidadoso en su elaboración, especialmente en su localización y verticalidad, para que coincidan con las dovelas que se pueden haber dejado en la fundación.

3.1.5.6 Agujeros para izado y canales para drenaje

- a) Los agujeros para izado y los canales para drenaje son optativos y dependen del sistema de transporte que se tenga y de las necesidades de drenaje transversal o longitudinal a través de la barrera.
- b) Cuando los tramos prefabricados se manejan con montacargas, se pueden generar canales similares a los del drenaje, con un ancho y un alto adecuado para el tenedor del cargador y simétricos con respecto al centro de la longitud del tramo, con el fin de que se puedan levantar sin dañar sus planos de rasante e inferiores.

3.1.5.7 Juntas. Los tramos de barrera se deben colocar al tope unos con otros, sin dejar un espacio o junta adicional. Las juntas deben coincidir con las de los pavimentos o estructuras subyacentes o adyacentes, cuando hacen parte de una barrera permanente. Se debe tener cuidado de respetar las juntas de expansión en puentes y pavimentos, con una separación adecuada entre los tramos prefabricados de barrera adyacentes (único caso en que se permite separarlos).

3.2 REQUISITOS DEL CONCRETO

3.2.1 Dosificación

3.2.1.1 Para efectos de durabilidad del concreto, el contenido mínimo de material cementante debe ser de 250 kg/m³ de concreto compactado.

3.2.1.2 Para efectos de lograr buenos acabados, el tamaño máximo del agregado grueso debe ser de 20 mm.

3.2.2 Densidad

Cuando se desee emplear concreto liviano, para reducir el peso de las barreras, éste debe tener una densidad mínima de 1 800 kg/m³.

3.2.3 Resistencia

3.2.3.1 El concreto con el que se elaboran las barreras de seguridad debe tener una resistencia a la compresión de 25 MPa a los 28 d, los especímenes son cilindros estándar de 300 mm de alto por 150 mm de diámetro, y se muestrean según la NTC 454 (ASTM C 172).

3.2.3.2 Se deben tomar dos cilindros por cada 20 m³ de concreto o fracción, con un mínimo de seis cilindros por día de construcción en el sitio o de elaboración de prefabricados en una planta, siguiendo el método especificado en la NTC 550 (ASTM C 31) y se ensayan según la NTC 673 (ASTM C 39).

3.2.3.3 Los cilindros se deben curar de la misma manera que el concreto de la barrera.

3.2.3.4 El promedio de los valores de la resistencia de los cilindros tomados en un mismo día debe ser igual o superior al valor especificado, y ningún cilindro debe tener un valor por debajo del 85 % del mismo.

3.3 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

3.3.1 Barreras vaciadas en el sitio, con formaletas fijas o deslizantes

3.3.1.1 Refuerzo. Debe consistir en tres barras de acero corrugado de ϕ M8 mm localizadas a (60, 210 y 360) mm del plano de remate de la barrera, paralelas entre sí y coincidentes con el plano medio o el eje de la misma (véase la Figura 6a).

3.3.1.2 Fundación y anclaje. El sistema de fundación y anclaje de la barrera tiene como objeto impedir su desplazamiento horizontal ante el impacto del vehículo y varía de acuerdo con el sistema de construcción. Se pueden emplear dos sistemas de fundación y anclaje:

a) Unión con dovelas a una superficie (terreno o losa)

- 1) Previamente al vaciado de la barrera se deben colocar dovelas de acero, de ϕ M25 mm y 200 mm de longitud, con la mitad de su longitud introducida, en huecos hechos en el terreno, en losas de concreto vaciadas previamente o directamente en losas vaciadas. Una vez colocadas las dovelas, los huecos se llenan con mortero.
- 2) Las dovelas deben ser rectas, cortadas de tal manera que sus extremos no se deformen y alcancen un diámetro mayor que el especificado.
- 3) Las dovelas se deben colocar a 125 mm del eje de la barrera, alternadamente cada 500 mm (véanse las Figuras 3a, 3c, 4a, 5a, 5c, 7a). Para esto se debe utilizar una plantilla elaborada de un material rígido, que garantice la localización exacta de las dovelas; y con un espesor suficiente (ancho de la lámina o presencia de tubos perpendiculares a ella) que garantice la verticalidad de las mismas.

b) Empotramiento por masa de concreto de la barrera.

Previamente al vaciado de la barrera, se debe excavar una zanja del ancho de la barrera a nivel de la rasante y de 200 mm de profundidad. Dicha zanja se debe llenar de forma monolítica con el concreto de la barrera y el cual se debe ajustar contra sus paredes (véase la Figura 7b). Cuando se tienen rasantes a desnivel, los 200 mm de profundidad de la zanja se deben respetar en el lado más bajo, de manera que debe ser mayor si se mira desde el lado más alto (véase la Figura 7c).

3.3.1.3 Juntas. Las barreras vaciadas en el sitio, bien sea con formaletas fijas o deslizantes, deben tener tres tipos de juntas:

- a) Juntas de contracción o de control de agrietamiento
 - 1) Las juntas de contracción deben estar separadas entre sí por una distancia siempre igual, que se debe escoger entre los 4 m y los 9 m; por lo general, se elaboran cada 6 m.
 - 2) Estas juntas se deben hacer por medio de un corte en el concreto fresco o endurecido, con una profundidad entre 30 mm y 40 mm, y un ancho entre 3 mm y 10 mm.

- b) Juntas de dilatación
 - 1) Las juntas de dilatación deben coincidir con las de las estructuras adyacentes o subyacentes, como las juntas de puentes, pavimentos de concreto, o se deben construir cada 100 m.
 - 2) Deben formar una discontinuidad total con respecto a la sección de la barrera (incluyendo el refuerzo), perpendicular a la base y al eje de la barrera, y tener entre 15 mm y 20 mm de ancho. Se debe elaborar mediante la colocación de una o dos láminas, que sumen dicho espesor, entre dos vaciados contiguos o por corte u otro sistema adecuado en las barreras vaciadas con formaleta deslizante.

- c) Juntas de construcción. Se deben construir de igual manera que las de dilatación, cuando haya que interrumpir el vaciado por cualquier motivo, incluyendo la finalización de una jornada de trabajo.

3.3.2 Barreras prefabricadas

3.3.2.1 Refuerzo. Tiene como propósito permitir el manejo, transporte y colocación de los tramos de barrera prefabricados sin que sufran daño

- a) Refuerzo en malla electrosoldada
 - 1) Consiste en una malla electrosoldada, con alambres grafilados de ϕ M8 mm y una separación entre ejes de 150 mm, en ambos sentidos.
 - 2) La malla se debe colocar en el plano medio o eje de la barrera y el primer alambre horizontal debe ir a 60 mm del plano de remate.
 - 3) Los alambres verticales no deben sobresalir del primer alambre horizontal en más de 10 mm, para garantizar un recubrimiento mínimo de 50 mm. Esto también se debe observar contra el plano de rasante, en los tramos de barrera prefabricados que van a hacer parte de una barrera móvil y contra el plano de remate inclinado de los tramos terminales (véanse las Figuras 3b, 4b y 6b).

b) Refuerzo para pretensado

Se sugiere colocar cuatro alambres de ϕ 7,2 mm, localizados así: dos a 140 mm y 370 mm del plano de remate en el plano medio o eje de la barrera y dos, simétricos, a 150 mm del plano medio y a 100 mm del plano de rasante (véase la Figura 6c), que generen un esfuerzo a compresión en la sección del orden de 0,7 MPa.

3.3.2.2 Fundación y anclaje para barreras prefabricadas

a) Barreras fijas. Se tienen dos sistemas de fundación y anclaje para barreras fijas elaboradas con tramos prefabricados:

1) Unión con dovelas a una superficie (terreno o losa). Es similar a la que se especifica para barreras vaciadas en la Figura 4a, pero en el momento de colocar la barrera, ésta se debe apoyar sobre un mortero de nivelación de 10 mm de espesor (véase la Figura 7d).

2) Empotramiento por masa de concreto de la barrera. Es similar a la que se especifica para barreras vaciadas en la Figura 4b, y se dan dos opciones: prefabricar la barrera extendiendo el plano inferior 200 mm hacia abajo para que quede por debajo de la rasante; se coloca sobre un mortero de nivelación de 10 mm de espesor, directamente sobre el terreno bien nivelado y sobre él los tramos prefabricados. O se prefabrican los tramos con sólo 100 mm más y se coloca, con dovelas, de manera similar a como se indicó para el numeral anterior, previamente introducidas en una base de mortero de 150 mm de profundidad (véase la Figura 7e).

b) Barreras móviles. Cuando la barrera se va a utilizar como un sistema móvil, colocado directamente sobre una superficie (terreno o pavimento), el plano de apoyo coincide con el de la rasante y no se ejecuta ninguna labor de fijación (véase la Figura 7f).

3.3.2.3 Rotulado. Los tramos de barrera prefabricados se deben marcar en el plano de remate, con una impronta que tenga el número de esta norma; el nombre, marca o cualquier otra identificación del fabricante; el año y el mes de fabricación.

3.3.2.4 Transporte. Los tramos de barrera se deben manejar, almacenar y transportar de manera que se evite dañarlos. En el momento de entrega en la obra, ésta no debe tener daños en sus superficies como fisuras, manchas o decoloración del concreto, incluyendo las originadas por oxidación del acero de refuerzo.

4. APÉNDICE

4.1 NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen disposiciones de esta norma. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación.

NTC 121:1982, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C 150).

NTC 174:1994, Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones de los agregados para concreto. (ASTM C 33).

NTC 248: 1991, Barras corrugadas de acero al carbono para hormigón reforzado. (COPANT R 15).

NTC 321:1977, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas. (ASTM C 150).

NTC 454:1991, Ingeniería civil y arquitectura. Hormigón fresco. Toma de muestras. (ASTM C 172).

NTC 550:1992, Ingeniería civil y arquitectura. Cilindros de hormigón tomados en las obras para ensayos de compresión. Elaboración y curado. (ASTM C 31).

NTC 673:1994, Ingeniería civil y arquitectura. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de hormigón. (ASTM C 39).

NTC 1000:1993, Unidades SI y recomendaciones para el empleo de sus múltiplos, así como de otras unidades. (ISO 1000)

NTC 1299:1992, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos químicos para el concreto. (ASTM C 494).

NTC 1362:1977, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland Blanco. (IRAM 1691).

NTC 1977:1984, Ingeniería civil y arquitectura. Compuestos para el curado del hormigón. (ASTM 309).

NTC 2289:1994, Barras corrugadas de acero de baja aleación para hormigón reforzado.

NTC 2310:1987, Ingeniería civil y arquitectura. Mallas soldadas, fabricadas con alambre corrugado para refuerzo de concreto. (ASTM A 497).

NTC 3459:1994, Ingeniería civil y arquitectura. Agua para la elaboración de concreto. (BSI 3148).

NTC 3493:1993, Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o curdas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Pórtland. (ASTM C 618).

NTC 3494:1993, Ingeniería civil y arquitectura. Retención de agua de los materiales utilizados para el curado de concreto. (ASTM C 156).

NTC 3502:1993, Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto. (ASTM C 260).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4083

NTC 3760:1995, Ingeniería civil y arquitectura. Concreto coloreado integralmente. Especificaciones para pigmentos. (ASTM C 979).

NTC 4018:1995, Ingeniería civil y arquitectura. Escoria de alto horno, granulada y molida para uso en concretos y morteros. (ASTM C 989).

NTC 4045:1994, Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural. (ASTM C 330).

ASTM C 1157:1995, Performance Specification for Blended Hydraulic Cement.

Anexo A (Normativo)**Elaboración de barreras****A.1 CONSTRUCCIÓN DE BARRERAS VACIADAS EN EL SITIO CON FORMALETA FIJA****A.1.1 Formaleta**

A.1.1.1 Se debe diseñar con el propósito de que sea segura y brinde el acabado requerido. Debe ser impermeable, rígida y ajustada para prevenir la pérdida de lechada o de mortero, cuando el concreto está fresco; debe fabricarse de un material que no manche ni decolore el concreto. Su superficie no debe sufrir alabeo ni embombamiento; en cambio, debe generar entre los planos que la componen, aristas limpias, sin escalonamientos, cordones u otro tipo de protuberancias.

A.1.1.2 Tanto la formaleta como sus soportes deben permanecer en la posición correcta que permita mantener el perfil y el alineamiento de la barrera, para que ésta se ubique dentro de las tolerancias especificadas. Ambos se deben diseñar para soportar las combinaciones más desfavorables de los pesos propios del concreto y del refuerzo, de la presión del concreto (especialmente la componente vertical, hacia arriba, en los planos superior e intermedio) y las cargas de construcción, todo ello adicionalmente a las cargas dinámicas debidas a la colocación, la vibración y la compactación del concreto.

A.1.1.3 La longitud de los tramos de formaleta debe ser la indicada para el material y el sistema de manejo que se tenga. Si el alineamiento de la barrera es curvo, se deben utilizar tramos cortos, pero no deben ser menores de 1 m.

A.1.1.4 La junta entre tramos de formaleta contiguos debe ser estanca y debe garantizar el alineamiento de las superficies. No debe ser necesario hacer una junta en la barrera en cada junta entre tramos.

A.1.1.5 Los separadores que se utilicen para el refuerzo, cualquiera que sea su material, no deben alterar la apariencia de la superficie (con descascaramientos, manchas de óxido, etc.) o la durabilidad de la barrera de concreto de manera que permite la entrada de humedad.

A.1.1.6 La formaleta debe poderse desarmar y retirar del concreto vaciado sin causar ningún tipo de impacto o daño.

A.1.2 Transporte, colocación y compactación del concreto

A.1.2.1 La formaleta debe estar libre de cualquier material extraño, depósito o flujo de agua antes de colocar el concreto. El concreto se debe transportar de la mezcladora a la formaleta, tan rápido como sea posible, sin que se segregue, pierda materiales o se contamine, manteniendo su trabajabilidad. Se debe depositar dentro de la formaleta lo más cerca posible de su destino final, para evitar que tenga que ser empujado, dentro de ella, con el vibrador.

A.1.2.2 Se debe tener cuidado de no desplazar el refuerzo durante la colocación del concreto.

A.1.2.3 La altura de cada tramo de colocación debe coincidir, en cuanto sea posible, con las aristas entre los planos que conforman el perfil de la barrera.

A.1.2.4 El concreto se debe vibrar con vibradores internos (de aguja), de manera continua, evitando el sobrevibrado o el arrastre del concreto. Si se utilizan vibradores externos (de formaleta), ésta y la localización de los vibradores se debe diseñar de manera especial para que toda la masa del concreto se vibre, compacte y de esta manera, se eviten irregularidades en la superficie.

A.1.3 Curado

A.1.3.1 La protección y el curado del concreto debe comenzar inmediatamente después de su compactación, para evitar el secado de las superficies expuestas, el lavado de la superficie por efecto de la lluvia o de corrientes de agua y un aumento muy grande de la temperatura interna del concreto.

A.1.3.2 El período de curado mínimo debe ser de 3 d para cemento Pórtland Tipo 3 (de alta resistencia inicial), 7 d para cemento Pórtland Tipo 1 y 14 d para cementos adicionados.

A.1.3.3 Como sistema de curado se aceptan: las formaletas dejadas contra el concreto; el recubrimiento de la superficie con una película impermeable de polietileno, bien sellada y ajustada a la superficie; la colocación de una membrana de curado por aspersion, que cumpla con la NTC 1977 (ASTM C 309); el cubrimiento total de la superficie con un material absorbente que permanezca saturado; o la aplicación de agua sobre todas las superficies expuestas, sin que se presenten ciclos de humedecimiento y secado o la aplicación de agua fría a superficies de concreto calientes.

A.1.4 Acabado

A.1.4.1 Se debe utilizar un desmoldante adecuado para el tipo de concreto y la superficie de la formaleta, que no produzca ningún tipo de decoloración o mancha en el concreto.

A.1.4.2 En las superficies desmoldadas sólo se admiten pequeñas imperfecciones que se deben corregir inmediatamente después de que se retire la formaleta. Para esto se remueven las protuberancias, se lava la superficie y se rellenan las depresiones más notables (hormigueros, agujeros, burbujas) con un mortero de cemento y agregado fino, con un color lo más parecido posible al del concreto de la barrera, sin extenderse sobre la superficie sana. Está absolutamente prohibido el maquillado o esmaltado de la superficie. Una vez curado el concreto, se entrega la superficie con un cepillo suave para darle más uniformidad.

A.2 CONSTRUCCIÓN DE BARRERAS VACIADAS EN EL SITIO CON FORMALETA DESLIZANTE

A.2.1 Equipo

A.2.1.1 Debe tener una formaleta deslizante que deje el concreto en su sitio, sin ejercer ningún tipo de presión sobre él. Debe estar montado sobre llantas, orugas o, eventualmente, rieles; tener vibradores de aguja internos para compactar el concreto en la parte del molde vecina a la tolva, y un sistema de guía por medio de hilos, colocados con anterioridad, para mantener su alineamiento y nivel.

A.2.1.2 Debe poder colocarse el refuerzo automáticamente, en forma de barras o de alambre (este último proveniente de rollos).

A.2.1.3 Se debe aceptar una tolerancia en la formaleta deslizante, para las dimensiones del perfil especificado, de ± 3 mm.

A.2.2 Preliminares

A.2.2.1 Antes de comenzar un contrato para el vaciado de una barrera con formaleta deslizante, se debe construir un tramo de ensayo, en el cual el contratista demuestre que la mezcla, la planta de producción del concreto, el equipo de construcción y los procesos de compactación y acabado del concreto, son los adecuados para producir una barrera con la apariencia, el perfil y el alineamiento indicados.

A.2.2.2 Durante el tramo de ensayo, se debe evaluar la capacidad de la máquina para trabajar en curvas y pendientes, y se puede aceptar como parte de la obra si el resultado es positivo.

A.2.2.3 Después de ejecutado el tramo de ensayo y aceptados los parámetros de la mezcla y los procesos de construcción, éstos no deben variar en todo el contrato.

A.2.3 Transporte, colocación y compactación del concreto

A.2.3.1 Se debe comenzar por nivelar y alinear la rasante sobre la cual va correr el equipo, procurando que no tenga irregularidades mayores de + 10 mm a - 35 mm, para evitar desviaciones del alineamiento o derrames de la mezcla.

A.2.3.2 Los hilos de guía se deben fijar, como mínimo, cada 5 m en rectas, con separaciones menores en curvas.

A.2.3.3 Si la barrera se va a vaciar directamente sobre el terreno, éste se debe preparar con anticipación mediante la nivelación, sellado y compactación de la superficie. Algunos equipos de gran tamaño pueden ejecutar esta labor anticipada y coordinadamente con la colocación del concreto. Se debe tener especial cuidado con irregularidades que sobresalgan de la superficie, porque pueden impedir el avance de la formaleta deslizante.

A.2.3.4 El concreto premezclado se debe colocar directamente en la tolva de la máquina, con una velocidad de descarga baja y un desplazamiento lento, acorde con el de la máquina. La cantidad de concreto que se traiga en cada camión mezclador se debe determinar teniendo en cuenta la distancia al punto específico de la obra, el tamaño de la sección y el tiempo que demora en descargar el concreto, de acuerdo con la velocidad de la máquina.

A.2.3.5 Adicionalmente a lo expuesto referente a las juntas, la junta de construcción realizada al final de una jornada de trabajo se debe cepillar con un cepillo de alambre y humedecer antes de reiniciar el vaciado en la jornada siguiente.

A.2.4 Acabado

A.2.4.1 Una vez que sale el concreto de la formaleta deslizante, se dan dos pasadas con una llana, a todas las superficies, primero en sentido vertical y luego, horizontal.

A.2.4.2 Si persiste alguna irregularidad en las superficies o aristas, se procede de la misma manera como se corrigen las imperfecciones en barreras vaciadas con formaletas fijas, pero sin lavar la superficie antes de iniciar el proceso, o retrasándolo hasta que se haya iniciado el fraguado.

A.2.4.3 Tampoco se aceptan manchas o decoloraciones producidas por el material de la formaleta deslizante.

A.2.5 Curado

Se deben seguir las mismas recomendaciones formuladas para barreras vaciadas con formaletas fijas, excepto que no se puede dejar la formaleta en contacto con el concreto como sistema de curado.

A.3 ELABORACIÓN DE BARRERAS PREFABRICADAS

A.3.1 Colocación y acabado del concreto

A.3.1.1 El concreto se compacta mediante vibradores internos de aguja o externos de formaleta, para lo cual se debe verificar la efectividad de los últimos y los adecuados frecuencia y diámetro de los primeros.

A.3.1.2 Los moldes deben ser impermeables, rígidos y de un material que no manche ni decolore el concreto. Sus superficies no deben sufrir alabeo ni embombamientos, y deben generar entre ellas, aristas limpias (preferiblemente redondeadas), sin escalonamientos, cordones u otro tipo de protuberancias.

A.3.1.3 Se debe utilizar un producto desmoldante adecuado, que no produzca ningún tipo de decoloración o mancha.

A.3.1.4 Los tramos de barrera prefabricados se pueden retirar del molde cuando el concreto haya alcanzado una resistencia de 8 MPa.

A.3.1.5 Sólo se admiten pequeñas imperfecciones que se deben corregir inmediatamente después de que se retire la formaleta. Para esto se deben remover las protuberancias, se lava la superficie y se rellenan las depresiones más notables (hormigueros, agujeros, burbujas) con un mortero de cemento y agregado fino, con un color lo más parecido posible al concreto de la barrera, sin extenderse sobre la superficie sana (maquillado o esmaltado de la superficie), lo cual está absolutamente prohibido, pues origina una superficie débil, poco durable. Una vez curado el concreto, se debe estregar la superficie con un cepillo suave, para darle más uniformidad.

A.3.2 Curado

Una vez desmoldadas y reparadas, los tramos de barrera se deben someter a uno de los tipos de curado siguientes:

A.3.2.1 Aplicación de un compuesto de curado que impida que se pierda humedad. En el momento de aplicación del compuesto, las superficies deben estar húmedas y el concreto deberá tener una temperatura que no difiera en más de 6°C de la temperatura atmosférica. (Véase la NTC 3494 (ASTM C 156)).

A.3.2.2 Curado acelerado, mediante la aplicación de vapor a baja presión o calor radiante (de hidratación) en una atmósfera húmeda.

A.3.2.3 Curado húmedo, manteniendo todas las superficies permanente húmedas, a lo largo de 4 d, mediante el recubrimiento del concreto con un material saturado de agua o por el riego o aspersión de agua; o cubriendo la superficie húmeda con una película plástica impermeable, que selle la atmósfera alrededor del tramo de barrera.

A.4 EMPALME DE UNA BARRERA DE CONCRETO Y UNA METÁLICA

A.4.1 El empalme de una barrera de concreto y una metálica se debe hacer cuidadosamente para garantizar la mayor continuidad del alineamiento de la barrera y reducir a un mínimo los escalonamientos entre ellas.

A.4.2 Como sistema de fijación se sugiere el siguiente: utilizar un extremo para la barrera metálica, denominado cola de pez aplastada, y una platina adicional para la fijación (véase la Figura 8a). Ambos elementos metálicos se deben fijar al concreto con cuatro tornillos Grado 8 que atraviesan la cola de pez y la platina, la cual también tiene las cuatro perforaciones, separadas 100 mm una de otra. Los tornillos deben entrar en un anclaje hembra, con rosca interior, de aproximadamente 15,9 mm (5/9 de pulgada). Cada anclaje, a su vez, se coloca en una perforación hecha directamente en el concreto con un diámetro y una perforación adecuada para albergar el anclaje. La longitud del tornillo depende del número de arandelas empleadas para fijar la cola de pez o el perfil completo, pues a medida que se avanza, la barrera de acero se comienza a separar de la de concreto, para hacer una transferencia de rigidez paulatina (véanse las Figuras 8b y 8c). La perforación inferior debe ir a 430 mm de la rasante. El eje de la barrera metálica debe estar a 580 mm de la rasante (véase la Figura 8b).

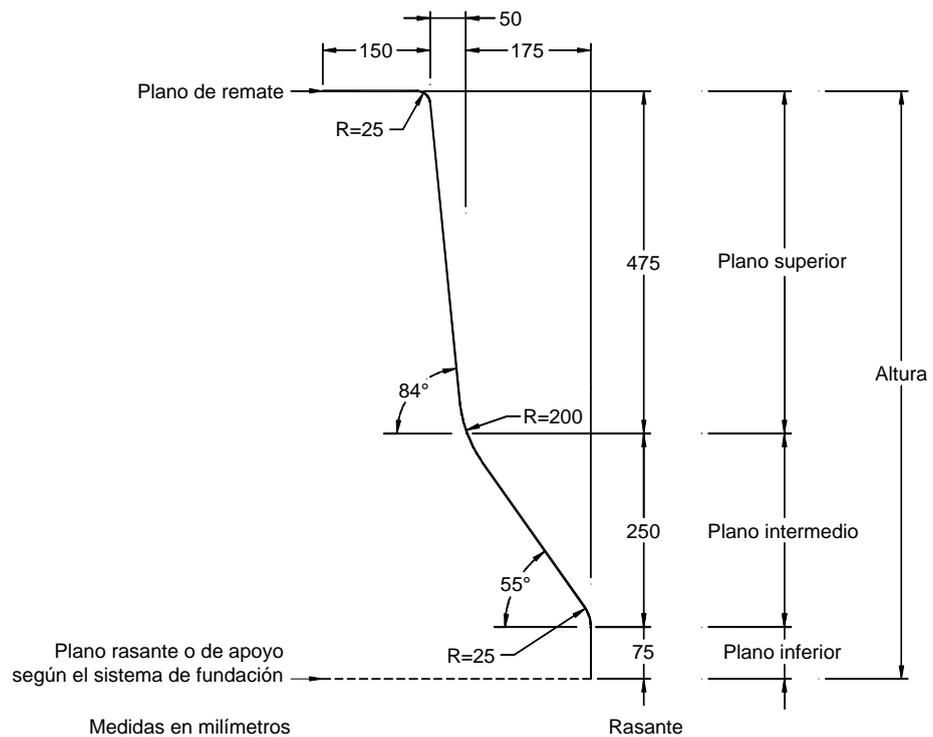
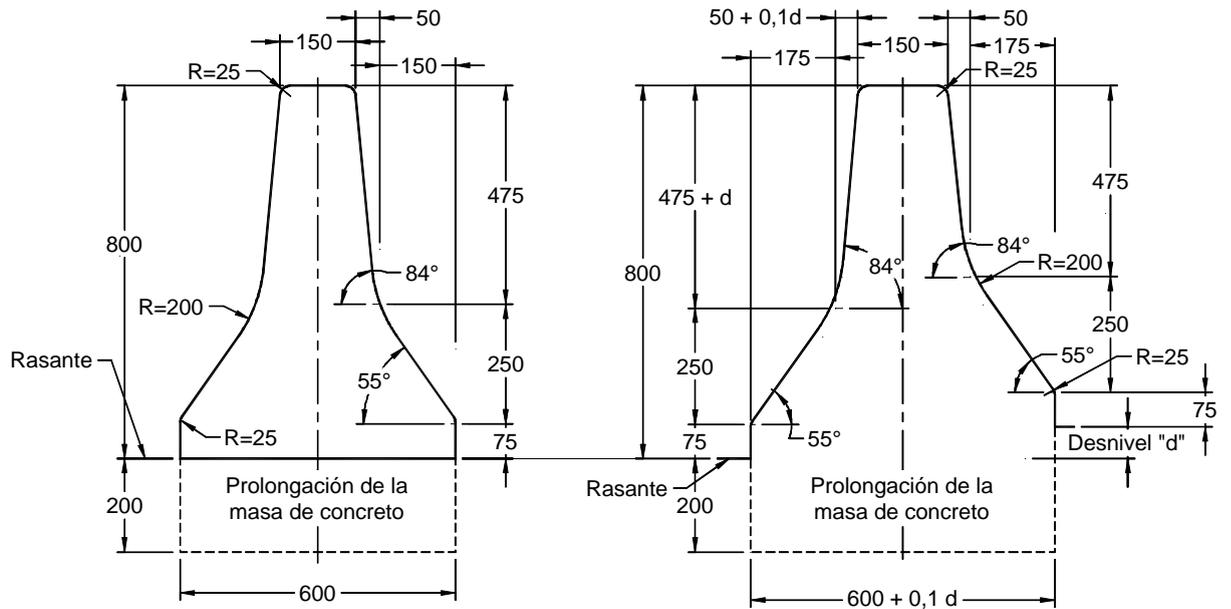
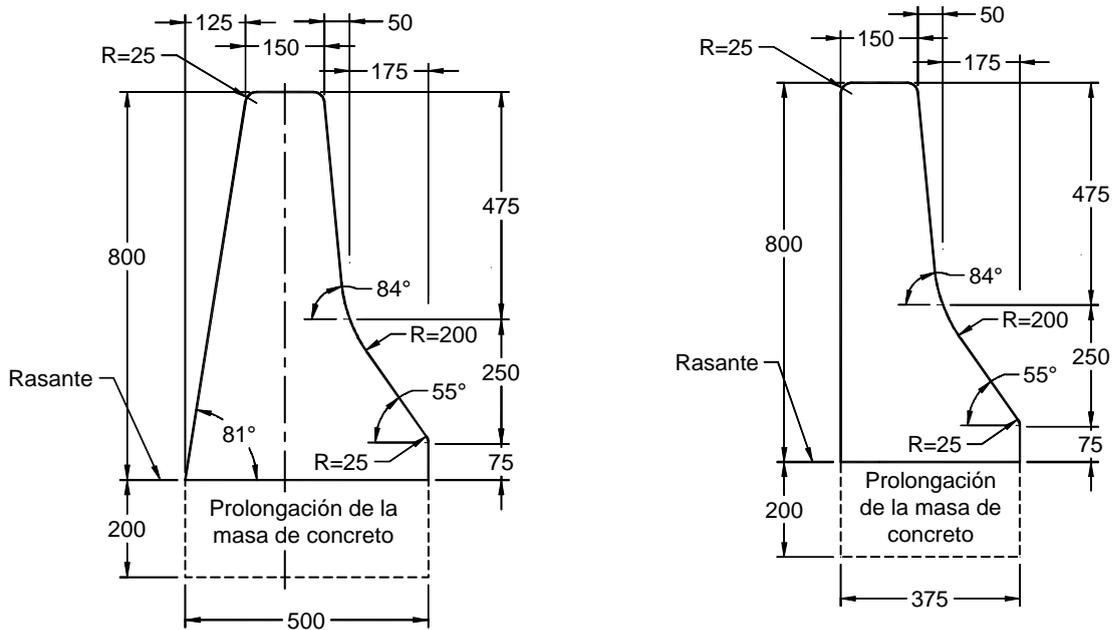


Figura 1. Cara al tráfico de una barrera de seguridad de concreto (Tipo New Jersey)



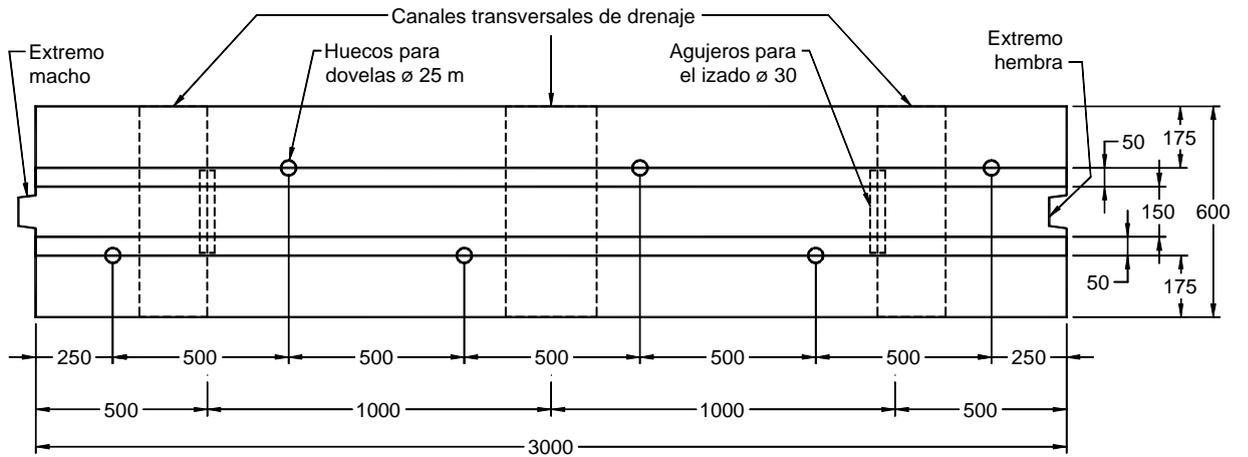
a) Perfil bidireccional, para barrera entre rasantes a nivel b) Perfil bidireccional, para barrera entre rasantes a desnivel



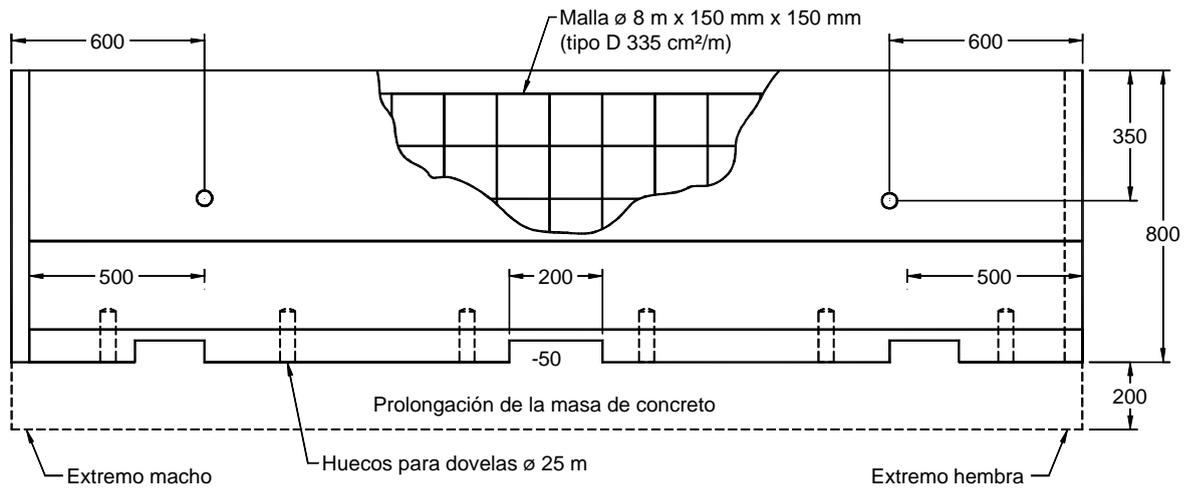
c) Perfil unidireccional

d) Perfil unidireccional mínimo

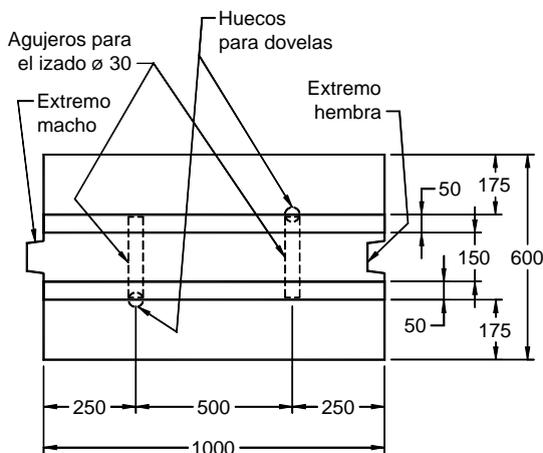
Figura 2. Perfil de una barrera de seguridad de concreto, según su aplicación en la vía



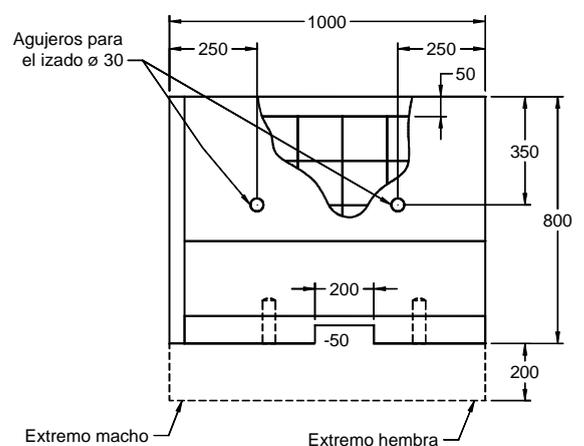
a) Vista en planta de un tramo recto unidireccional



b) Vista frontal, en alzado, de un tramo recto bidireccional

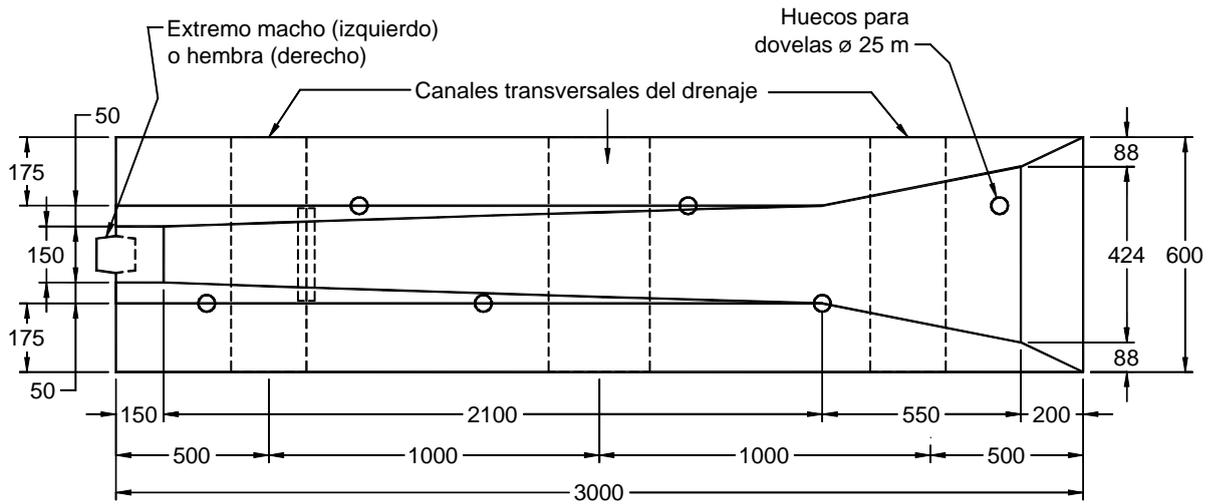


c) Vista e planta de un tramo de ajuste bidireccional

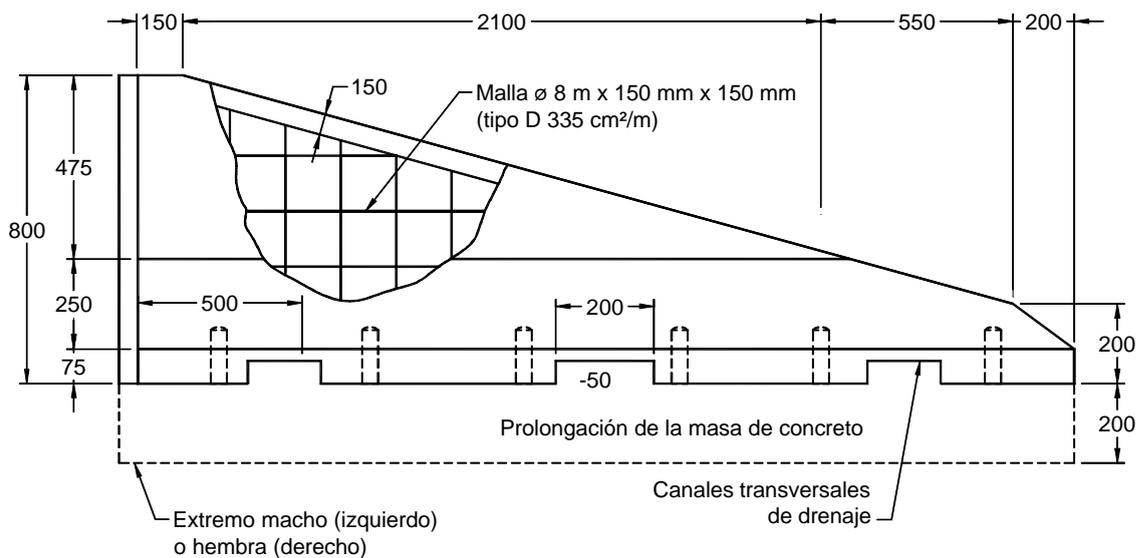


d) Vista frontal, en alzado, de un tramo de ajuste bidireccional

Figura 3. Geometría de los tramos rectos, prefabricados, para barreras bidireccionales

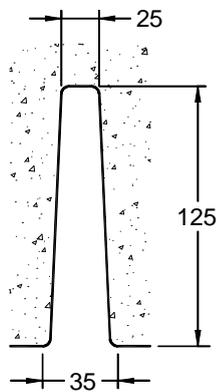
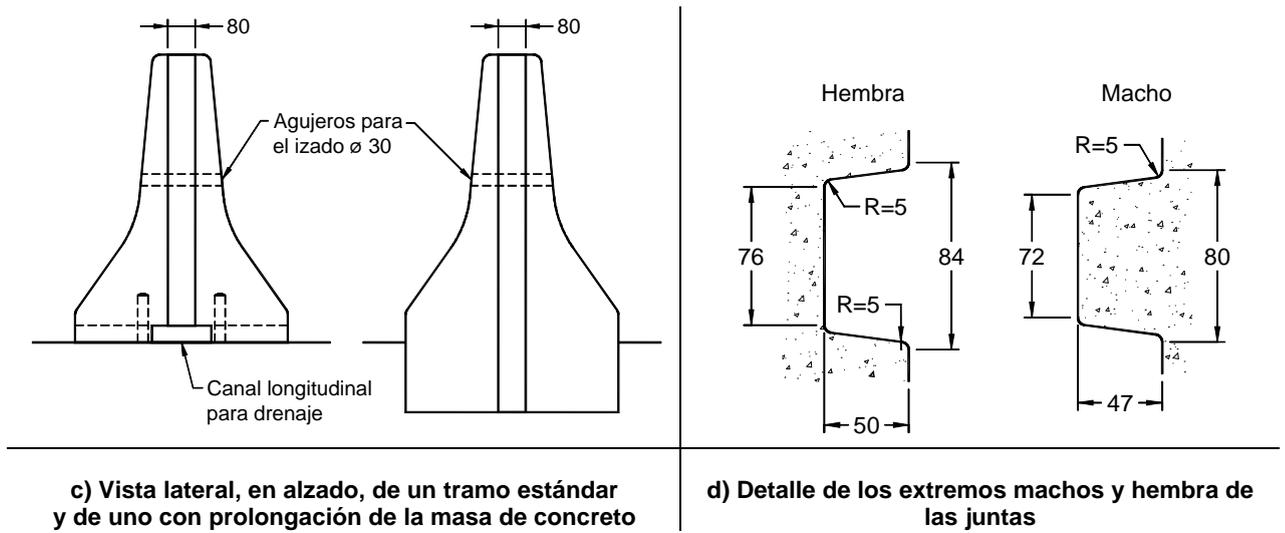


a) Vista en planta de un extremo bidireccional



Medidas en milímetros

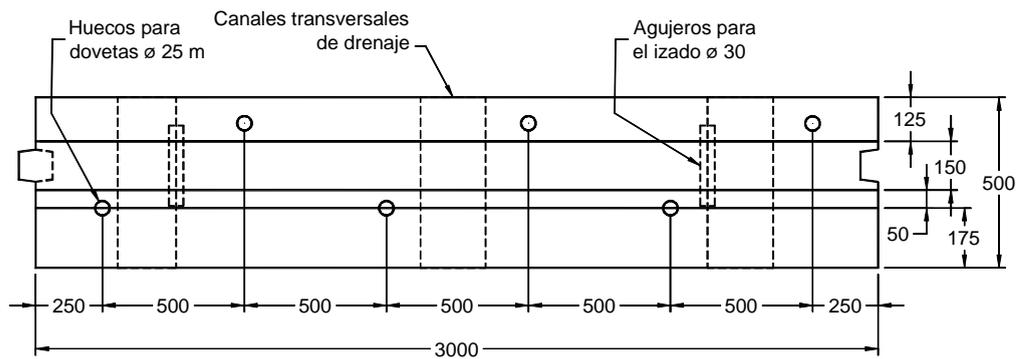
b) Vista frontal, en un alzado, de un extremo bidireccional



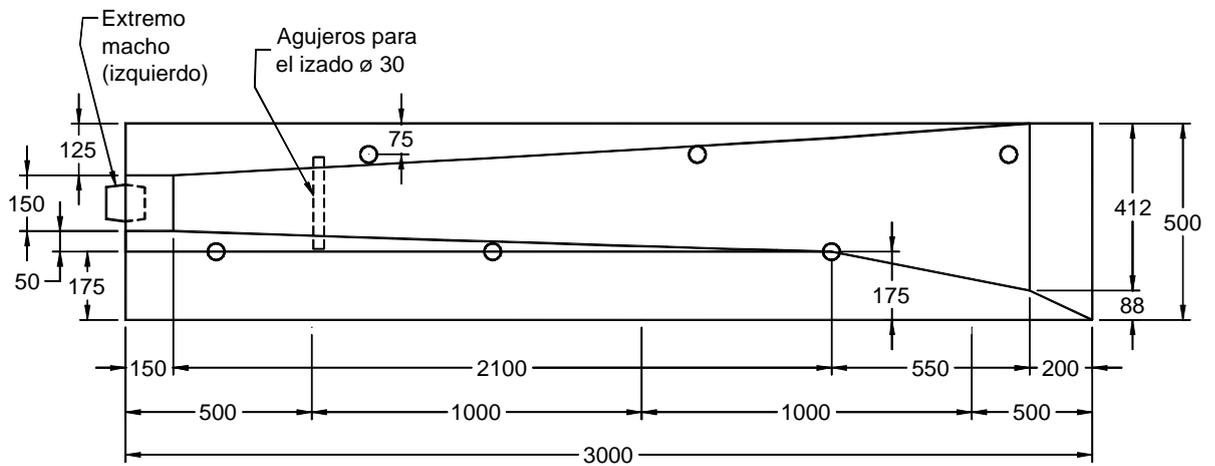
c) Detalle de los orificios para las dovetas de anclaje

Medidas en milímetros

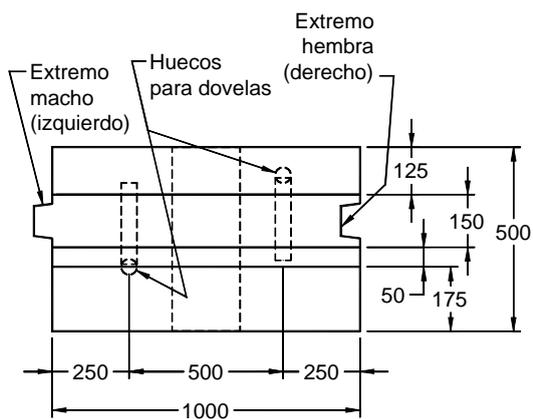
Figura 4. Geometría de los tramos terminales, prefabricados, para barreras bidireccionales y detalles del machihembrado y de los orificios para anclajes



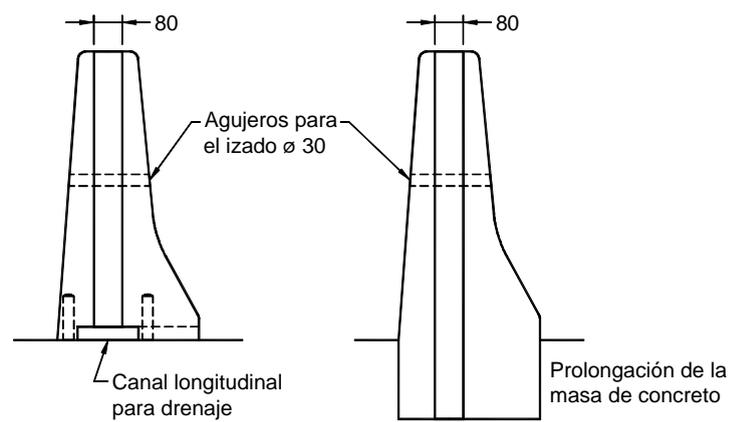
a) Vista en planta de un tramo recto unidireccional



b) Vista en planta de un extremo unidireccional



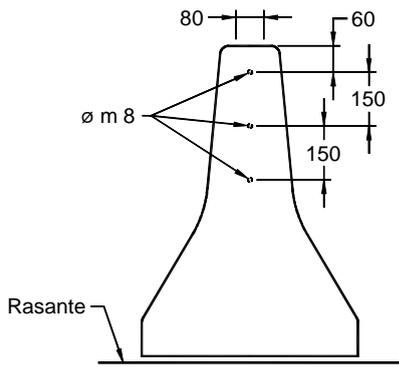
c) Vista en planta de un tramo de ajustes unidireccional



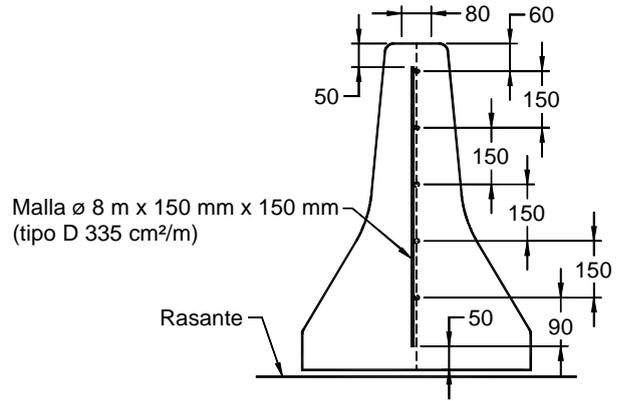
d) Vista lateral, en alzado, de un tramo unidireccional estándar y de uno con prolongación de la masa de concreto

Medidas en milímetros

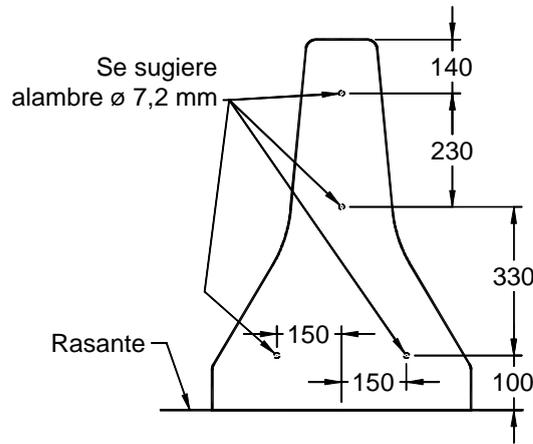
Figura 5. Geometría de los tramos rectos y terminales, prefabricados, para barreras unidireccionales



a) Barrera vaciada en formaletas fijas o deslizantes



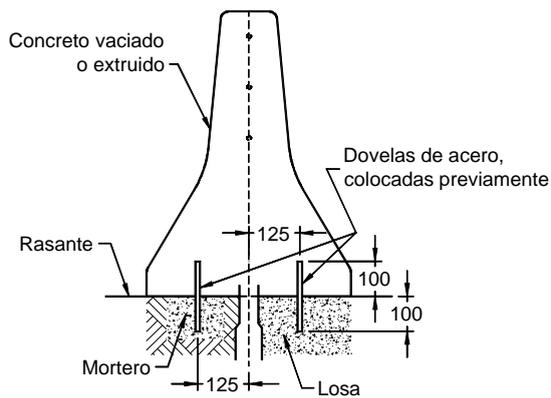
b) Tramo de barrera prefabricado, con refuerzo de malla de acero



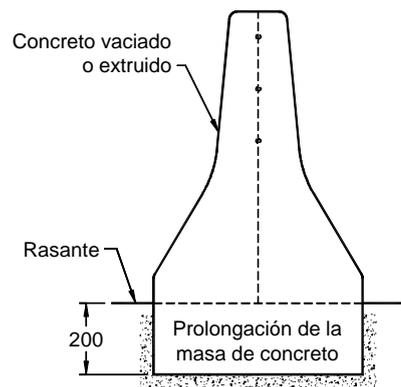
c) Tramo de barrera prefabricado, con refuerzo de acero pretensado

Medidas en milímetros

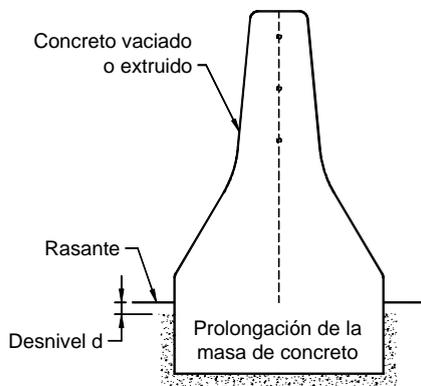
Figura 6. Refuerzo de una barrera de seguridad de concreto, según su método de construcción



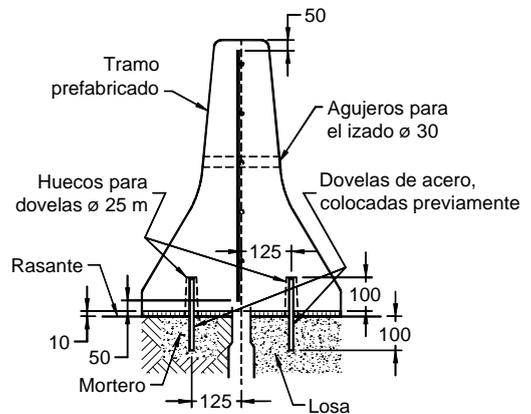
a) Barrera vaciada en formaleta fina o deslizante anclada con dovelas, sobre un terreno o una losa de concreto, con las rasantes a nivel



b) Barrera vaciada en formaleta fija o deslizante anclada por empodramiento de la prolongación de la masa de concreto, sobre un terreno, con las rasantes a nivel



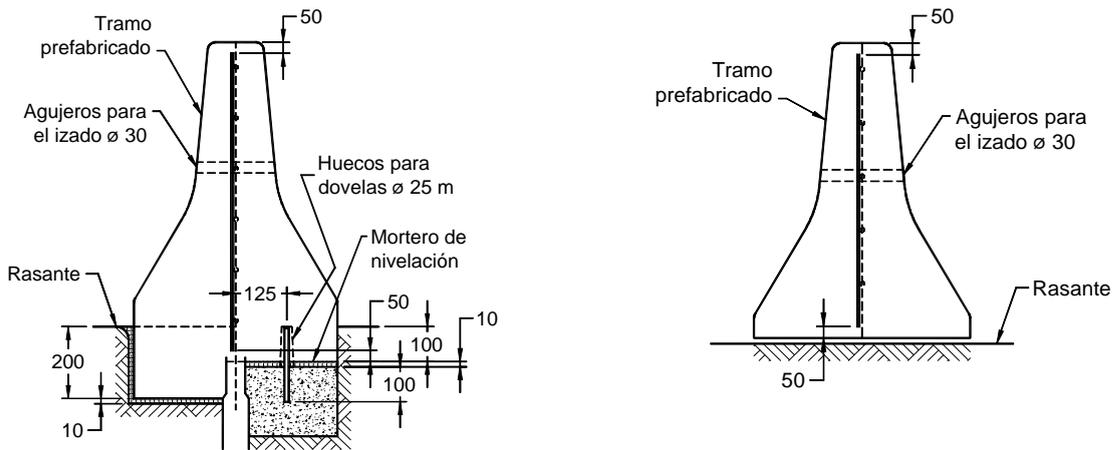
c) Barrera vaciada en formaletas fija o deslizante anclada por empodramiento de la prolongación de la masa de concreto, sobre un terreno, con las rasantes a desnivel



d) Tramo prefabricado, anclado con dovelas, sobre un terreno o sobre una losa de concreto, con las rasantes a nivel

Continúa...

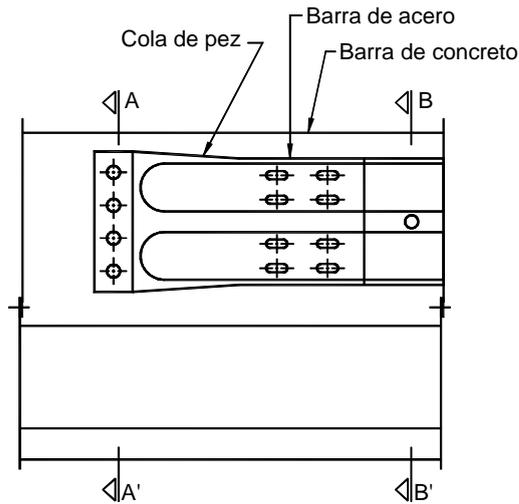
Figura 7. Sistema de fundación y de anclaje de una barrera de seguridad de concreto, según su método de construcción.



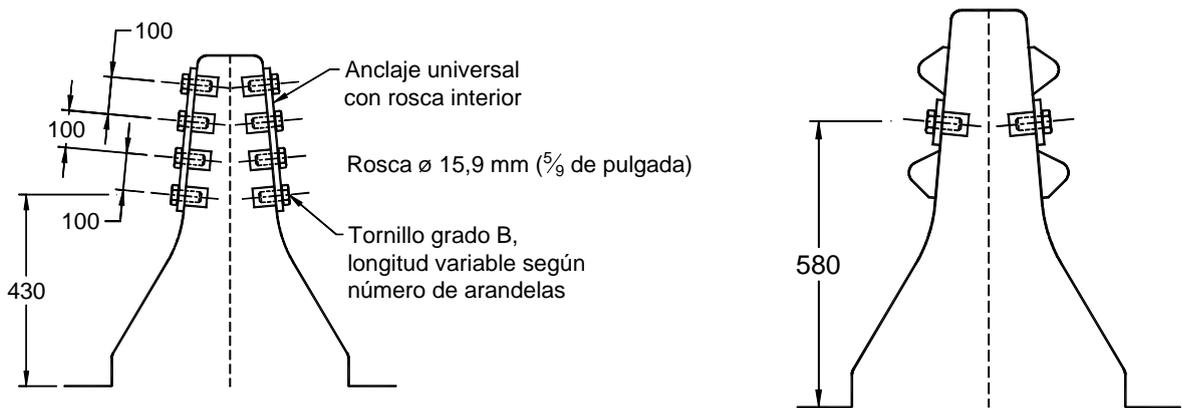
e) Tramo prefabricado, anclado por empodramiento de la prolongación de la masa de concreto, con las rasantes a nivel o a desnivel

f) Tramo prefabricado, colocado sobre un terreno o una losa de concreto, sin anclaje, como parte de una barrera provisional móvil

Figura 7. Sistema de fundación y de anclaje de una barrera de seguridad de concreto, según su método de construcción. (Final)



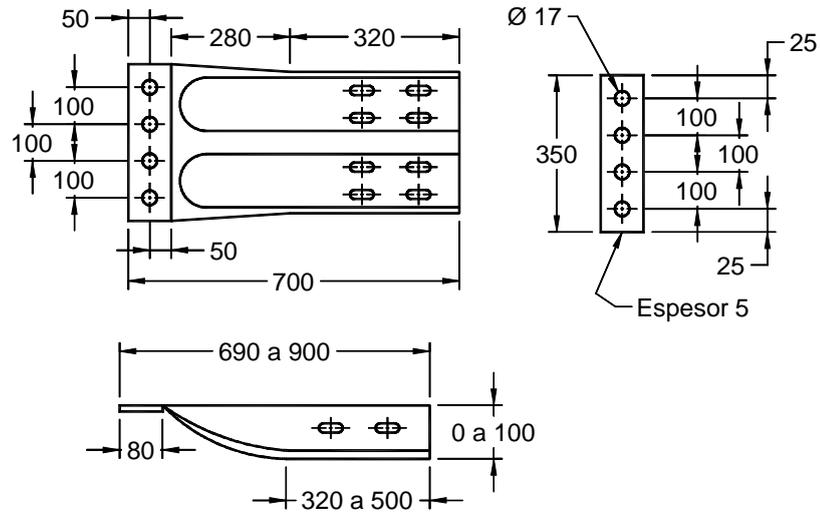
a) Vista frontal, en alzado, del empalme entre ambas barreras



b) Corte A-A', anclaje de la cola de pez. B-B', anclaje de la sección típica y característica de la fijación

Continúa...

Figura 8. Empalme sugerido para una barrera de concreto y una metálica



c) Vista frontal, en alzado y en planta de la cola de pez y de la platina adicional

Figura 8. Empalme sugerido para una barrera de concreto y una metálica. (Final)

Anexo B (Informativo)

Referencias bibliográficas

- B.1 NORMA COLOMBIANA DE PUENTES DE 1996**
- B.2 AASHTO, LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS DE 1994**