

Barreras metálicas con rodillos

Artículo 732 - 22

732.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas metálicas que incorporan a su estructura elementos tipo rodillos, como parte del sistema de contención a lo largo de los costados de la carretera, en los tramos indicados en los planos del proyecto o los establecidos por el interventor.

732.2 Materiales

732.2.1 Lámina

Las barandas de las defensas metálicas deben ser de lámina de acero obtenidas por los sistemas de crisol abierto, horno eléctrico o convertidores básicos de oxígeno.

Las superficies de las láminas deben ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de

quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m²), según la norma NTC 3755.

El zinc utilizado debe cumplir las exigencias de la especificación NTC 1054 y ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western". Todos los elementos deben ser galvanizados en caliente según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 3320 (ASTM A123).

Los espesores de las láminas con las cuales se requiere fabricar las defensas deben ser clase A, de calibre doce (12) equivalente a dos coma sesenta y siete milímetros (2,67 mm) o defensa clase B, espesor de metal base de tres coma cuarenta y tres milímetros (3,43 mm) según la NTC 3755.

Salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares determinen lo contrario, la lámina debe cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la NTC 3755 en especial los que se presentan en la Tabla 732-1.

Tabla 732-1 Requisitos de lámina para defensas metálicas con rodillos

Ítem	Descripción	Material	Estándar aplicable
Postes	El poste funciona para dar la estabilidad de la barrera en el suelo, dar soporte a los rodillos y conectar los rieles.	Acero galvanizado	ASTM A36, SS400, KS D ISO 3503/3566T
Riel	Da estabilidad a la estructura y ayuda a absorber los golpes recibidos por esta.	Acero galvanizado	ASTM A36, SS400, KS D ISO 3503/3566
Rodillos absorbentes de impactos	Absorber el impacto de los vehículos.	EVA	KS M ISO 7214/845/6522
Pernos y tuercas	Hacer conexión de los elementos.	Acero galvanizado	ASTM A36, SS400, KS D ISO 3503/3566
Tapa o (cap)	Proteger la parte superior de los postes.	Acero galvanizado	ASTM A36, SS400, KS D ISO 3503/3566
Anillo de rotación y buje soporte de rotación	Soportar los rodillos y permitir la rotación de estos.	Acero galvanizado	ASTM A36, SS400, KS D ISO 3503/3566

La configuración del producto debe cumplir con la información anterior, con relación a su aspecto ha de ser suave, uniforme y correcto. El producto debe estar libre de defectos tales como protuberancias, regiones afiladas y obstáculos.

732.2.2 Características de la defensa

La defensa con rodillos debe estar conformada por los elementos indicados a continuación:

Postes de sección circular, metálicos, verticales y ubicados a una interdistancia de setenta a noventa centímetros (70 cm – 90 cm). Dos (2) rieles inferiores que actúan como unión entre los postes y soportes del sistema de rodillos. Dos (2) rieles superiores que respalden la adhesión del sistema de rodillos y que garanticen la verticalidad del sistema de postes.

Elementos de tornillería y elementos metálicos con terminaciones semicirculares que permitan la fijación de los rieles superiores a inferiores a la posteadura del sistema.

Uno o más cojinetes en material de amortiguación, soportados superior e inferiormente por discos metálicos para garantizar la rotación y absorción de impactos. Los cojinetes, en todos los casos, deben estar bordeados por cintas que garanticen el nivel de rendimiento de alta intensidad y cumplan con ASTM D4956 Tipo III.

732.2.3 Postes de fijación

Pueden ser perfiles estructurales de acero, en un todo de acuerdo con las dimensiones y pesos indicados en los planos y respondiendo a las características mecánicas indicadas en ellos, o perfiles de lámina de acero en U o en I, conformada en frío o en caliente que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros dejen secciones debilitadas, que cumplan las normas NTC 1920 (ASTM A36) o NTC 2012 (ASTM A588) y cuyos elementos resistentes cumplan las siguientes condiciones:

Los postes de fijación deben estar protegidos con zinc por proceso de inmersión en caliente, o ser de acero resistente a la corrosión, equivalente o superior a la resistencia que provee el galvanizado en caliente, de acuerdo con los requisitos establecidos en la NTC 3783. El recubrimiento de zinc debe ser mínimo de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m²).

La longitud del poste debe ser entre uno coma ocho y dos metros (1,8 m – 2 m), con una tolerancia de más o menos dos centímetros (± 2 cm), la sección geométrica y el espesor debe cumplir con lo establecido en la NTC 3783, salvo que los documentos del proyecto establezcan un valor diferente, con su respectivo soporte técnico, previa revisión y aprobación del interventor.

732.2.4 Elementos de fijación

Se deben proveer tornillos de dos (2) tipos, los cuales deben presentar una resistencia mínima a la rotura por tracción de cuatrocientos noventa megapascals (490 MPa).

Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de defensa y los tornillos de unión de la lámina al poste, deben cumplir con las dimensiones establecidas en la NTC 3755.

Tanto los tornillos como las tuercas y las arandelas deben tener un recubrimiento de zinc por inmersión en caliente de acuerdo con los requisitos de la NTC 2076 Clase C, o ser mecánicamente recubiertos con zinc en concordancia con la ASTM B695.

Los tornillos y las tuercas deben igualar o exceder los requerimientos de la especificación NTC 4034 (ASTM A307).

732.2.5 Terminal de las defensas metálicas con rodillos

Los sistemas de contención vial incorporan

elementos especializados en los puntos de inicio y fin de la instalación. En la Figura 732-1, se puede detallar un ejemplo del diseño del terminal que se maneja en este sistema que, al tener la protección de los extremos, evita que los elementos longitudinales de este sistema

se incrusten en el vehículo y reduzca la probabilidad de que sea lanzado, se vuelque o desacelere de forma peligrosa al impactar contra el extremo del sistema. Los planos de detalle del proyecto deben contener las precisiones de estos elementos.

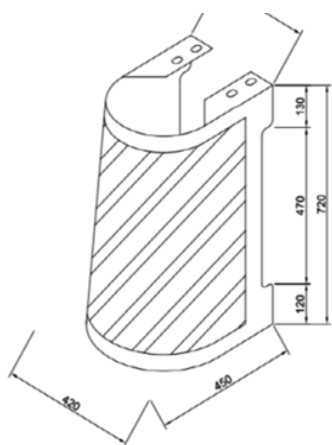


Figura 732-1 Modelo ejemplo de Terminal del Sistema de Barrera de Rodillos – Dimensiones ejemplo en milímetros

732.2.6 Amortiguadores de impacto, tenedores u otros aditamentos especiales

Estos elementos especiales, en caso de requerirse, deben ser objeto de una revisión particular dentro del proyecto de acuerdo con los requisitos en la NTC 6037-3.

732.2.7 Ensayos de laboratorio aplicables

Tabla 732-2 Postes y carriles (Test según KS D ISO 3503/3566)

Clase	Resistencia la tracción	Punto de rendimiento	Alargamiento	Cantidad de Zinc	P	S
Criterio	400 N/mm ² o más	245 N/mm ² o más	21 % o más	550 g/m ² o más	0,05% o menos	0,05% o menos

Tabla 732-3 Rodillos Absorbentes de Impactos (Test según KS M ISO 7214/845/6522)

Clase	Densidad de apariencia	Resistencia a la compresión (cuando se comprime en un 25%)	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Prueba de temperatura (-10°C ± 5°C), 5h
Criterio	95 kg/m ³ o más ~ 165 kg/m ³ o menos	10% o menos	0,9 MPa o más	100% o más	Sin daños por apariencia
Observaciones					Color, forma

732.3 Equipo

Se debe disponer del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos

especificados, incluyendo barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión y piones manuales.

- Llaves fijas
- Taladro inalámbrico con copas
- Martillo plástico
- Niveles
- Montacarga
- Hincador de postes

732.4 Ejecución de los trabajos

732.4.1 Localización

Si los planos o el interventor no lo indican de otra manera, los postes deben ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) del borde de la capa de rodadura o del borde considerado en vías sin pavimentar y su separación centro a centro sin exceder de tres coma ochenta y un metros (3,81 m). En caso de requerir una mayor rigidez, se debe instalar un poste adicional a una distancia equidistante de uno coma noventa y un metros (1,91 m), en cumplimiento de lo establecido en la NTC 3755.

La defensa debe fijarse a los postes de manera que su línea central quede entre cuarenta y cinco y cincuenta y cinco centímetros (45 cm – 55 cm) por encima de la calzada.

La longitud mínima de los tramos de defensa debe ser de treinta metros (30 m), o la que se señale en los documentos del proyecto o a consideración del interventor.

Antes de iniciar la instalación de los postes, es necesario demarcar la ubicación en donde van a ser insertados, estas dimensiones deben ser acordes a lo especificado por el fabricante y la normativa vial. Con ayuda de la hincadora de postes, se debe fijar el poste hasta la altura especificada y no es necesario realizar algún tipo de hueco en el terreno.

Cada poste debe quedar a una distancia de un metro (1 m) medido centro a centro. Los postes se deben enterrar bajo la superficie aproximadamente uno coma dos metros (1,2 m). En caso de que la fundación de los postes se efectúe sobre roca, se debe aceptar, de acuerdo a los documentos del proyecto o por autorización del interventor, la instalación de los postes con una placa de base anclada a la roca. Para esto, se debe conformar en la roca una superficie horizontal para que le dé cabida a la placa, posteriormente se efectúan las perforaciones en la roca para el anclaje de los pernos de sujeción, seguidamente se fija a esta placa los pernos con adhesivos epóxicos y, finalmente, se deben colocar los postes con sus placas y proceder a su atornillado. Todo este sistema de sujeción se debe realizar de manera tal que se garantice un comportamiento similar al de los postes enterrados.

La instalación de los cojinetes de amortiguación en cada uno de los postes debe hacerse de tal manera que su línea de soporte inferior quede a cero coma treinta y un centímetros (0,31 cm) del nivel de la rasante final de la vía y su línea superior a cero coma noventa centímetros (0,90 cm) del nivel de la rasante. Por fuera de estos niveles, se ubican los elementos de disco que permiten su sujeción a poste principal.

La longitud mínima de los tramos de defensa debe ser de treinta metros (30 m), o la que se señale en los documentos del proyecto.

732.4.2 Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes, se efectúan las excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste.

732.4.3 Colocación del poste

Los postes se deben enterrar bajo la superficie aproximadamente uno coma dos metros

(1,2 m). En caso de que la fundación de los postes se efectúe sobre roca, se debe aceptar, de acuerdo con los planos del proyecto o por autorización del interventor, la instalación de los postes con una placa de base anclada a la roca. Para esto, se debe conformar en la roca una superficie horizontal para que le dé cabida a la placa, se deben efectuar las perforaciones en la roca para el anclaje de los pernos de sujeción, se deben afianzar los pernos a esta con adhesivos epóxicos y, finalmente, se deben colocar los postes con sus placas y proceder a su atornillado. Todo este sistema de sujeción se debe ejecutar de manera tal que se garantice un comportamiento similar al de los postes enterrados.

El poste se debe colocar verticalmente dentro del orificio, el espacio entre éste y las paredes de la excavación, se debe rellenar con parte del suelo extraído, en capas delgadas, cada una de las cuales se debe compactar cuidadosamente con pisonés, de modo que, al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado.

Se debe nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, de manera tal, que sus superficies superiores queden alineadas para que al adosar los tramos de defensa no se presenten altibajos en esta.

732.4.4 Instalación de la defensa

El procedimiento de instalación de las defensas debe realizarse de acuerdo con los detalles de los planos, previa revisión y aprobación del interventor en concordancia con lo definido en la NTC 6037-5, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en el numeral 732.4.1.

Una vez finalizada la instalación, los elementos de fijación deben ser asegurados para su protección frente acciones vandálicas.

732.4.5 Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de defensa se realizan de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se debe realizar con tornillos de las dimensiones fijadas en el numeral 732.2.4, teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara de la defensa que enfrenta el tránsito.

732.4.6 Terminales de barrera

En los extremos de las defensas metálicas se deben instalar secciones terminales, de acuerdo con lo precisado en el estudio de seguridad vial del proyecto, las cuales pueden ser en forma de U, abatidas y enterradas, empotradas en talud de corte o terminales atenuadoras de impacto; estas últimas, en caso de necesitarse, deben ser objeto de una especificación particular, según los requisitos descritos en la NTC 6037-3.

Las terminales en forma de U son tramos de tope (parachoques), que se deben instalar en defensas paralelas cuando finalizan en dos (2) tramos y en defensas simples cuando se trata de tramos finales, teniendo en cuenta lo especificado en la NTC 3755.

Para las terminales abatidas y enterradas, se debe realizar una transición de la altura de la barrera hasta que esta alcance el nivel del suelo y pueda enterrarse para el anclaje. Para las barreras ubicadas muy próximas al borde de la vía, las terminales deben presentar un tramo en ángulo, garantizando que el extremo enterrado del terminal se aleje del borde de la vía (efecto de esviaje). Este tipo de terminal no se puede utilizar para velocidades superiores a setenta kilómetros por hora (70 km/h).

Las terminales empotradas en taludes se deben anclar en los taludes en corte, para

alejar el extremo de la barrera del borde de la vía. El talud debe ser empinado o vertical (con inclinación mayor de uno horizontal cinco vertical (1 H : 5 V), con una superficie suave (no rocosa) para redireccionar el vehículo sin provocar el enganchamiento o vuelco del mismo.

732.4.7 Plan de manejo de tránsito (PMT)

El constructor debe contar con un PMT e instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, los cuales deben garantizar la seguridad permanente tanto del personal y de los equipos de construcción, como de los usuarios y transeúntes, durante las veinticuatro horas (24 h) del día.

Para actividades que no impliquen el cierre total de la vía, el interventor debe dar su visto bueno previo a la presentación de un PMT. Para casos que impliquen el cerramiento total de la vía, se deben tramitar los permisos correspondientes ante la autoridad competente y se debe presentar el PMT aprobado por el interventor.

732.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir efectuar excavaciones ni instalar defensas metálicas en instantes de lluvia.

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de defensas metálicas deben ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

432.4.9 Manejo ambiental

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la instalación de defensas metálicas, se deben realizar

teniendo en cuenta lo puntualizado en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades se deben incluir en los costos del proyecto; por tanto, no debe ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

732.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

732.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Revisar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que la excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina.

El interventor debe verificar que todas las defensas metálicas han sido probadas al impacto de acuerdo con las normas NTC 6037-1, NTC 6037-2, NTC 6037-3, NTC 6037-4, NTC 6037-5 y la END 095 del ICONTEC.

La interventoría debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad.

El interventor debe medir, para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas.

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

732.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

732.5.2.1 Calidad de los Materiales

- Componentes metálicos: Una vez realizada la instalación, el interventor debe hacer la verificación de los materiales de los componentes metálicos instalados, inspeccionar que no se encuentren golpeados, doblados, agrietados. En caso del deterioro de los materiales, se deben instalar componentes nuevos y que no presenten defectos como los descritos anteriormente. El interventor se debe abstener de aceptar materiales que incumplan las exigencias del numeral 732.2 de esta especificación y las de las normas técnicas NTC, AASHTO y ASTM mencionadas en él.
- El terminado de la lámina galvanizada debe ser de óptima calidad y razonablemente liso y estar exento de imperfecciones claramente apreciables a simple vista que puedan influir sobre la resistencia a la corrosión de la lámina, por tanto, no se aceptan secciones con defectos tales como ampollas, cenizas, rebabas o acumulaciones de zinc que puedan interferir con el empleo específico del material galvanizado. Se debe admitir el retoque de los defectos e imperfecciones del recubrimiento y la restauración de las zonas que hayan podido quedar sin cubrir durante la galvanización, siempre que estas zonas, consideradas individualmente, no tengan

una superficie superior a diez centímetros cuadrados (10 cm²) ni afecten, en su conjunto, a más del cero coma cinco por ciento (0,5%) de la superficie total del recubrimiento de cada elemento. Los bordes no cubiertos que resulten de corte o punzonado no se consideran objetables.

- El aspecto gris oscuro mate de la totalidad o de parte del recubrimiento de los elementos, así como las manchas que no sean eliminables por limpieza con un paño seco, deben ser motivo de rechazo.
- El interventor debe rechazar defensas alabeadas o deformadas.
- Una vez realizada la instalación de los barriles, el interventor debe verificar que no haya agujeros y que cada barril gire libremente. En caso del deterioro de los materiales, se deben instalar componentes nuevos que no presenten defectos como los descritos anteriormente.

732.5.2.2 Tolerancias

- No se deben admitir láminas cuyo espesor sea inferior en más de cero coma veinticinco milímetros (0,25 mm) para defensas Clase B y en más de cero coma veintitrés milímetros (0,23 mm) para defensas clase A.
- No se deben admitir tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central de la defensa, según se establece en el numeral 732.4.1
- Los postes no se deben desviar de la vertical en más de diez milímetros (10 mm).
- En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia de la defensa al borde del pavimento, queda a criterio del interventor aceptar o no tolerancias.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, bajo su propia cuenta y riesgo, y aprobadas por el interventor.

732.6 Medida

732.6.1 Defensas metálicas

La unidad de medida para las defensas metálicas instaladas es el metro (m), aproximado a la decima (0,1), de acuerdo con los planos, la presente especificación y recibidas a satisfacción por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se debe efectuar a lo largo de la línea central de la defensa, entre los centros de los postes de fijación extremos.

732.6.2 Terminales de barrera

- Las terminales de barrera en forma de U se deben medir por unidad (u), para cada clase especificada e instalada.
- Las terminales de barrera abatidas y empotradas se deben medir por metro (m), para cada clase especificada e instalada.
- Las terminales de barrera empotradas en talud se deben medir por metro (m), para cada clase especificada e instalada.

No se deben medir defensas ni terminales de barrera que se hayan instalado por fuera de los límites autorizados por el interventor.

732.6.3 Amortiguadores de impacto, tenedores u otros aditamentos especiales

Estos elementos especiales se deben medir por unidad (u), para cada tipo especificado e instalado.

732.7 Forma de pago

El pago se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato, por toda defensa metálica suministrada e instalada a satisfacción del interventor. El precio unitario debe cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los elementos. Igualmente debe considerar la excavación, el relleno, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales sobrantes de ella. También se considera la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de las labores especificadas.

El precio unitario incluye la importación, el traslado y la instalación en sitio establecido.

Además, todos los precios unitarios deben incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del constructor.

732.8 Ítem de pago

Artículo	Ítem de pago	Unidad de pago
732.1	Defensa metálica con rodillos	Metro (m)
732.2	Terminal de barrera en forma de U	Unidad (u)
732.3	Terminal de barrera abatida y empotrada	Metro (m)
732.4	Terminal de barrera empotrada al talud	Metro (m)
732.5	Elemento especial tipo	Unidad (u)

Nota: Se debe establecer un ítem de pago diferente para cada tipo de elemento especial de defensa metálica que se especifique en el contrato.