

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 510**

51 Int. Cl.:

**E01F 15/00** (2006.01)

**E01F 15/04** (2006.01)

**E01F 15/14** (2006.01)

**E01F 15/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2010 PCT/US2010/027331**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2010 WO10114693**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2010 E 10759191 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2414592**

54 Título: **Conjunto de guardarraíl, poste de soporte frangible para un guardarraíl y métodos para su montaje y uso**

30 Prioridad:

**02.12.2009 US 629381**

**24.08.2009 US 236287 P**

**31.03.2009 US 211522 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**16.04.2019**

73 Titular/es:

**ENERGY ABSORPTION SYSTEMS, INC. (100.0%)  
2525 N Stemmons Freeway  
Dallas, TX 75207, US**

72 Inventor/es:

**LEONHARDT, PATRICK, A.;  
STEPHENS, BARRY, D.;  
BUEHLER, MICHAEL, J. y  
SINDORF, BRENT, S.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 709 510 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Conjunto de guardarraíl, poste de soporte frangible para un guardarraíl y métodos para su montaje y uso

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a un conjunto de guardarraíl y un guardarraíl, por ejemplo, un guardarraíl que tiene un terminal de extremo, y en particular, a un poste de soporte frangible que soporta dicho guardarraíl, secciones de raíl deformables, y a métodos de montar y usar el poste de soporte y el conjunto de guardarraíl.

10

**Antecedentes**

De ordinario se instalan conjuntos de guardarraíl a lo largo de los lados de carreteras, como autovías, para evitar que los vehículos se salgan de la autovía y choquen con varios peligros situados junto a la carretera. Como tal, es deseable hacer los guardarraíles resistentes a un impacto lateral de tal manera que sean capaces de redirigir un vehículo descontrolado. Al mismo tiempo, sin embargo, es deseable minimizar el daño del vehículo y la lesión de sus ocupantes al impactar en el conjunto de guardarraíl en una dirección de impacto axial.

15

Por ejemplo, es conocido proporcionar un tratamiento final de guardarraíl que es capaz de absorber y distribuir una carga de impacto axial, como se describe en EP 0 924 347 B1 de Giavotto, titulada Terminal de barrera de seguridad para guardarraíl de carretera. Como describe Giavotto, el sistema guardarraíl incluye además múltiples paneles configurados con ranuras. Durante un impacto axial, la energía del vehículo en movimiento es atenuada por medio de rozamiento entre los paneles y por el corte del material del panel entre las ranuras.

20

Al mismo tiempo, los postes que soportan los paneles están configurados para romperse durante un impacto axial de tal manera que los postes no catapulten el vehículo hacia arriba, o produzcan otro daño o posibles lesiones en el vehículo impactante y sus ocupantes. Por ejemplo, Giavotto describe fijar elementos de poste superior e inferior con un par de pasadores que se extienden perpendiculares a la dirección de impacto axial, actuando uno de los pasadores como un elemento de pivote y fallando el otro pasador en cizalladura durante un impacto axial. La Patente de Estados Unidos número 6.886.813 de Albritton describe de forma similar una bisagra dispuesta entre postes de soporte superior e inferior, estando configurada la bisagra con un pasador de bisagra y un pasador de cizalladura. Albritton también describe otras realizaciones de postes frangibles, incluyendo varios dispositivos de acoplamiento que emplean sujetadores orientados verticalmente que se curvan durante un impacto axial y pestañas configuradas con ranuras que inducen pandeo durante un impacto axial. Otros postes, por ejemplo, los descritos en la Patente de Estados Unidos número 4.330.106 de Chisholm o la Patente de Estados Unidos número 6.254.063 de Sicking, describen elementos de poste superior e inferior espaciados fijados con un conector que puentea entre los elementos de poste superior e inferior. Otros postes frangibles conocidos, tales como postes de madera, están configurados con geometrías o aberturas para que el poste se pueda romper en un impacto axial, pero proporcionando suficiente rigidez en un impacto lateral.

25

30

35

40

Estas varias configuraciones de poste rompible tienen varios inconvenientes. Por ejemplo y sin limitación, cualquier pandeo o rotura de un poste que tiene ranuras u otras aberturas requiere la sustitución de todo el poste, con los costos concomitantes de instalación (cavado, etc) y de material. Además, las configuraciones de poste que usan múltiples pasadores o sujetadores, tanto con fallo en cizalladura como por flexión, requieren gastos adicionales de material y montaje. Igualmente, los postes espaciados verticalmente que usan canales separados y chapas requieren mucha mano de obra, materiales y costos para restauración después de un impacto, y se basan en los conectores para absorber cargas tanto laterales como axiales. Además, cuando los conectores o sujetadores están situados debajo del nivel del suelo, como describe por ejemplo Giavotto, puede ser necesario excavar alrededor del poste para asegurar un enganche apropiado entre los postes superior e inferior.

45

50

Otro conjunto de guardarraíl se conoce por US 5 957 435.

**Resumen**

55

La presente invención proporciona un conjunto de guardarraíl como se expone en la reivindicación 1 y un método de atenuar la energía de un vehículo en movimiento con un conjunto de guardarraíl como el expuesto en la reivindicación 13, y nada de esta sección deberá considerarse una limitación impuesta a dichas reivindicaciones.

60

En un aspecto, una realización de un poste de soporte frangible para un guardarraíl incluye elementos de poste de solapamiento superior e inferior. Los elementos de poste inferior y superior están configurados de modo que no sean rotativos uno con relación a otro alrededor de un eje que se extiende en una dirección de impacto axial, pero el elemento de poste superior se puede mover con relación al elemento de poste inferior a lo largo de la dirección de impacto axial en respuesta a un impacto axial. Un sujetador de tracción se extiende en la dirección de impacto axial y conecta las porciones de solapamiento del elemento de poste inferior y el elemento de poste superior. Al menos uno del sujetador de tracción, el elemento de poste superior o el elemento de poste inferior se puede romper puesto

65

que el elemento de poste superior se puede mover con relación al elemento de poste inferior a lo largo de la dirección de impacto axial en respuesta al impacto axial.

5 En otro aspecto, un método de atenuar la energía de un vehículo en movimiento con un conjunto de guardarraíl incluye impactar un cabezal de impacto con un vehículo que avanza en una dirección de impacto axial, donde el cabezal de impacto está acoplado a un guardarraíl que se extiende longitudinalmente en la dirección de impacto axial. El método incluye además mover un elemento de poste superior acoplado al guardarraíl con relación a un elemento de poste inferior en la dirección de impacto axial, donde el elemento de poste inferior está fijado en tierra, y romper al menos uno de un sujetador de tracción, el elemento de poste superior o el elemento de poste inferior en respuesta al movimiento del elemento de poste superior con relación al elemento de poste inferior.

15 En otro aspecto, un método de montar un conjunto de guardarraíl incluye disponer una porción de extremo inferior de un elemento de poste inferior en tierra y conectar elementos de poste de solapamiento superior e inferior con un sujetador de tracción que se extiende en una dirección de impacto axial.

20 En otro aspecto, otra realización de un poste de soporte frangible para un guardarraíl incluye un elemento de poste superior y un elemento de poste inferior que solapan el elemento de poste superior. Los elementos de poste inferior y superior están configurados de modo que los elementos de poste superior e inferior no sean rotativos uno con relación a otro alrededor de un eje que se extiende en una dirección de impacto axial. El elemento de poste superior se puede mover con relación al elemento de poste inferior a lo largo de la dirección de impacto axial en respuesta a un impacto axial. Un sujetador de cizalladura se extiende transversalmente a la dirección de impacto axial y conecta el elemento de poste inferior y el elemento de poste superior. El sujetador de cizalladura es la única conexión entre los elementos de poste superior e inferior. Al menos uno del sujetador de cizalladura, el elemento de poste superior o el elemento de poste inferior se puede romper cuando el elemento de poste superior es movido con relación al elemento de poste inferior a lo largo de la dirección de impacto axial en respuesta al impacto axial.

25 En otro aspecto, un conjunto de guardarraíl incluye un guardarraíl y un cabezal de impacto fijado a un extremo del guardarraíl. El guardarraíl está acoplado al elemento de poste superior.

30 En otro aspecto, un método de atenuar energía de un vehículo en movimiento con un conjunto de guardarraíl incluye impactar un cabezal de impacto con un vehículo que avanza en una dirección de impacto axial, donde el cabezal de impacto está acoplado a un guardarraíl que se extiende longitudinalmente en la dirección de impacto axial. El método incluye además mover un elemento de poste superior acoplado al guardarraíl con relación a un elemento de poste inferior en la dirección de impacto axial, donde el elemento de poste inferior está fijado en tierra, y romper al menos uno de un sujetador de cizalladura, el elemento de poste superior o el elemento de poste inferior en respuesta al movimiento del elemento de poste superior con relación al elemento de poste inferior.

35 En otro aspecto, un método de montar un conjunto de guardarraíl incluye disponer una porción de extremo inferior de un elemento de poste inferior en la tierra y conectar elementos de poste de solapamiento superior e inferior con un sujetador de cizalladura que se extiende transversalmente a una dirección de impacto axial, donde el sujetador de cizalladura es la única conexión entre los elementos de poste superior e inferior.

40 En otro aspecto, un conjunto de guardarraíl incluye una primera sección de raíl que tiene una porción de extremo situada hacia arriba, una porción de extremo situada hacia abajo y un primer lado. Una segunda sección de raíl tiene una porción de extremo situada hacia arriba, una porción de extremo situada hacia abajo y un segundo lado. La porción de extremo situada hacia arriba de la segunda sección de raíl se solapa con y está fijada a la porción de extremo situada hacia abajo de la primera sección de raíl con los lados primero y segundo orientados uno a otro. La primera sección de raíl se puede mover con relación a la segunda sección de raíl desde una posición de pre-impacto a una posición de impacto en respuesta a un impacto axial en el conjunto de guardarraíl. Un elemento de deformación está fijado a la porción de extremo situada hacia arriba de la segunda sección de raíl y se extiende lateralmente con respecto al segundo lado. El elemento de deformación engancha el primer lado y deforma lateralmente la primera sección de raíl cuando la primera sección de raíl es movida con relación a la segunda sección de raíl desde la posición de pre-impacto a la posición de impacto.

45 En otro aspecto, un método de atenuar energía de un vehículo en movimiento con un conjunto de guardarraíl incluye impactar un cabezal de impacto con un vehículo que avanza en una dirección de impacto axial, donde el cabezal de impacto está acoplado a un guardarraíl que se extiende longitudinalmente en la dirección de impacto axial. El guardarraíl tiene al menos secciones de raíl primera y segunda, incluyendo cada una una porción de extremo situada hacia arriba, una porción de extremo situada hacia abajo y lados primero y segundo respectivamente. La porción de extremo situada hacia arriba de la segunda sección de raíl se solapa con y está fijada a la porción de extremo situada hacia abajo de la primera sección de raíl con el primer lado de la primera sección de raíl mirando al segundo lado de la segunda sección de raíl. El método incluye además mover la primera sección de raíl del guardarraíl con relación a la segunda sección de raíl, enganchar el primer lado de la primera sección de raíl con un elemento de deformación fijado a la porción de extremo situada hacia arriba de la segunda sección de raíl, y deformar la primera sección de raíl lateralmente con el elemento de deformación sin cortar la primera sección de raíl con el elemento de deformación.

5 Las varias realizaciones del poste de soporte frangible, conjunto de guardarraíl, métodos de usar el guardarraíl y métodos de montar el guardarraíl proporcionan ventajas significativas sobre otros postes de soporte frangibles y conjuntos de guardarraíl. Por ejemplo y sin limitación, el uso de un solo sujetador de cizalladura (o de tracción) elimina el gasto de proporcionar e instalar un pasador de pivote adicional. Además, una sola conexión evita la posibilidad de que el pasador de pivote atasque el elemento de poste superior en posición. Además, el único sujetador está situado encima del nivel del suelo, permitiendo el fácil acceso e instalación. De esta forma, los postes pueden ser restaurados de forma simple proporcionando sujetadores adicionales de cizalladura o de tracción. Al mismo tiempo, un solo sujetador, que es relativamente pequeño y barato, puede ser usado para fijar de forma segura los elementos de poste superior e inferior sin poner en peligro la rigidez lateral y la capacidad de redirección del conjunto de guardarraíl.

15 Los elementos de poste anidados y de solapamiento superior e inferior también hacen que los elementos de poste transmitan fuerzas directamente entre sí, en vez de emplear conectores y sujetadores separados, costosos y difíciles de instalar/sustituir, usados por ejemplo con elementos de poste espaciados verticalmente. Como tales, los elementos de poste y el conjunto pueden restaurarse de forma fácil y rápida con un costo mínimo.

20 El elemento de deformación también disipa la energía de forma controlada deformando una sección de raíl situada hacia abajo. Al mismo tiempo, la deformación mantiene una fuerza de tracción suficiente en los sujetadores que fijan la chapa de soporte, de tal manera que se mantenga una fuerza de rozamiento controlada entre la sección de raíl móvil situada hacia arriba y la sección de raíl situada hacia abajo, entre la sección de raíl móvil situada hacia arriba y la chapa de soporte, y entre el elemento de deformación y la sección de raíl situada hacia arriba con el fin de disipar energía durante el colapso.

25 Los párrafos anteriores se ofrecen a modo de introducción general, y no tienen la finalidad de limitar el alcance de las reivindicaciones siguientes. Las varias realizaciones preferidas, conjuntamente con las ventajas adicionales, se entenderán mejor por referencia a la descripción detallada siguiente tomada en unión con los dibujos acompañantes.

### 30 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de un guardarraíl que tiene un cabezal de impacto y múltiples postes de soporte frangibles.

35 La figura 2 es una vista en perspectiva ampliada del cabezal de impacto representado en la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva ampliada de la conexión entre el poste de soporte frangible y el guardarraíl representado en la figura 1.

40 La figura 4 es una vista lateral del guardarraíl representado en la figura 1.

La figura 5 es una vista lateral de la primera realización de un poste de soporte frangible.

La figura 6 es una vista posterior del poste de soporte frangible representado en la figura 6.

45 La figura 7 es una vista en perspectiva del poste de soporte frangible representado en la figura 5.

La figura 8 es una vista lateral de una segunda realización de un poste de soporte frangible.

50 La figura 9 es una vista posterior del poste de soporte frangible representado en la figura 8.

La figura 10 es una vista en perspectiva del poste de soporte frangible representado en la figura 8.

La figura 11 es una vista lateral de una tercera realización de un poste de soporte frangible.

55 La figura 12 es una vista posterior del poste de soporte frangible representado en la figura 11.

La figura 13A es una vista en sección transversal del poste de soporte frangible representado en la figura 12 tomada a lo largo de la línea 13A-13A.

60 La figura 13B es una vista parcial ampliada del poste de soporte frangible representado en la figura 13A.

La figura 14 es una vista en sección transversal parcial de una cuarta realización de un poste de soporte frangible.

La figura 15 es una vista en perspectiva parcial de una quinta realización de un poste de soporte frangible.

65 La figura 16 es una vista en perspectiva de un cabezal de impacto y la primera sección de raíl.

La figura 17 es una vista lateral parcial de un lado de tráfico de una primera realización de una conexión entre dos secciones de raíl.

5 La figura 18 es una vista lateral parcial de un lado de tráfico de una segunda realización de una conexión entre dos secciones de raíl.

La figura 19 es una vista posterior parcial de una conexión entre un elemento de poste superior y otro inferior.

10 La figura 20 es una vista en perspectiva frontal parcial de una conexión entre un elemento de poste superior y otro inferior.

La figura 21 es una vista en perspectiva de un elemento de deformación.

15 La figura 22 es una vista en perspectiva de una sección de raíl con un elemento de deformación fijado a ella.

La figura 23 es una vista en perspectiva de una realización de un conjunto de guardarraíl.

20 La figura 24 es una vista en perspectiva parcial ampliada del conjunto de guardarraíl representado en la figura 23.

La figura 25 es una vista en perspectiva parcial de una realización de una primera sección de raíl y el cabezal de impacto configurado con cable, puntal y chapa de tierra.

25 La figura 26 es una vista lateral de una realización alternativa de un conjunto de guardarraíl.

La figura 27 es una vista en perspectiva de una porción del conjunto de guardarraíl representado en la figura 26 tomada a lo largo de la línea 27-27.

30 La figura 28 es una vista ampliada de una porción del conjunto de guardarraíl representado en la figura 26 tomada a lo largo de la línea 28.

La figura 29 es una vista ampliada de una porción del conjunto de guardarraíl representado en la figura 26 tomada a lo largo de la línea 29.

35 La figura 30 es una vista en alzado del lado de tráfico de una realización de un conjunto de guardarraíl.

La figura 31 es una vista en sección transversal de una realización de un conjunto de guardarraíl representado en la figura 30 tomada a lo largo de la línea 31-31.

#### 40 **Descripción detallada de las realizaciones actualmente preferidas**

Se deberá entender que el término “múltiples” en el sentido en que se usa aquí, significa dos o más. El término “longitudinal” en el sentido en que se usa aquí significa de o relativo a la longitud o la dirección longitudinal de un guardarraíl, que es paralela a y define una “dirección de impacto axial”. El término “lateral”, en el sentido en el que se usa aquí, significa dirigido hacia o que se extiende perpendicular al lado del guardarraíl. El término “acoplado” quiere decir conectado o enganchado, directa o indirectamente, por ejemplo, con un elemento interviniente, y no requiere el enganche fijo o permanente, aunque puede ser fijo o permanente, e incluye tanto conexión mecánica como eléctrica. El término “transversal” significa que se extiende a través de un eje, y/o sustancialmente perpendicular a un eje. Se deberá entender que el uso de términos numéricos “primero”, “segundo” y “tercero” en el sentido en que se usa aquí no se refiere a ninguna secuencia particular u orden de componentes; por ejemplo, las secciones de raíl “primera” y “segunda” pueden referirse a cualquier secuencia de tales secciones, y no se limita a las secciones de raíl situadas hacia arriba primera y segunda a no ser que se especifique lo contrario. Los términos “deformar”, “deformando” y “deformable” y sus variaciones, en el sentido en que se usa aquí, significan transformar, formar o curvar sin cortar. El término “solapar” se refiere a dos componentes, o porciones de ellos, colocados o que están sobre o uno junto a otro, y es independiente de la posición lateral de los componentes de solapamiento, con una porción de una sección de raíl situada hacia arriba “solapando” una porción de una sección de raíl situada hacia abajo, y viceversa.

Con referencia a las figuras 1-4 y 23, un conjunto de guardarraíl 2 incluye múltiples secciones de raíl 4, representadas como ejemplo y sin limitación en número de cinco, que se extienden en la dirección longitudinal. Se deberá entender que el conjunto de guardarraíl puede estar configurado con más o menos secciones de raíl. En una realización, la última sección de raíl situada hacia abajo 4 está fijada a un peligro 6, tal como tope de puente, barrera de cemento, sección de guardarraíl situada hacia abajo u otros objetos fijos. La primera sección de raíl situada hacia arriba 4 orientada al tráfico en aproximación está configurada con un cabezal de impacto 8, que protege el extremo de la primera sección de raíl 4 y distribuye la carga ( $F_1$ ) de un vehículo 10 que choca con el extremo del guardarraíl en una dirección de impacto axial 12. El cabezal de impacto y las secciones de raíl colapsables forman un terminal de extremo del sistema guardarraíl. El cabezal de impacto 8 puede estar configurado con una cara sustancialmente

rectangular, y se hace preferiblemente de acero. El cabezal de impacto 8 tiene una altura y está colocado de tal manera que su porción inferior esté relativamente cerca del suelo con el fin de retener vehículos que han perdido la dirección, por ejemplo, el antepecho de puerta de un vehículo que desliza lateralmente al cabezal de impacto. En una realización, la altura nominal de la parte superior del cabezal de impacto es de aproximadamente 860 mm (+0/-30 mm) por encima de la superficie de la carretera, mientras que la altura nominal de la parte superior de las secciones de raíl es de aproximadamente 760 mm (+/-30 mm) por encima de la superficie de la carretera. El cabezal de impacto 8 también es simétrico, lo que quiere decir que puede instalarse a ambos lados de una carretera o cualquier extremo de un terminal de extremo o guardarraíl girando simplemente el cabezal de impacto alrededor de un eje longitudinal o lateral respectivamente.

En una realización, las secciones de raíl 4 están configuradas con una sección transversal en forma de W, aunque se deberá entender que se puede usar otras formas en sección transversal. En una realización, la geometría de la sección de raíl en forma de W corresponde al estándar guardarraíl AASHTO M-180 (Especificación estándar para vigas de acero de hoja ondulada para guardarraíl de autovía, Designación AASHTO: M 180-00 (2004)), Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, Washington DC, 2004.

En una realización, el conjunto de guardarraíl 2 incluye múltiples postes de soporte frangibles 14 acoplados a las secciones de raíl 4. Por ejemplo, como se representa en las figuras 1, 4 y 23, el número de postes frangibles 14 corresponde al número de secciones de raíl 4, soportando un elemento de poste rompible delantero 14 un extremo situado hacia arriba de la primera sección de raíl situada hacia arriba 4, y postes frangibles acoplados a porciones de solapamiento de secciones de raíl posteriormente espaciadas. Preferiblemente, los raíles situados hacia arriba solapan sucesivamente los raíles situados hacia abajo de tal manera que los extremos situados hacia arriba de los raíles situados hacia abajo no estén expuestos al lado de tráfico del guardarraíl. El extremo situado hacia abajo de la última sección de raíl situada hacia abajo 4 está acoplado directamente al peligro de carretera 6, por ejemplo, con pernos u otros sujetadores. Alternativamente, puede proporcionarse un poste de soporte adicional para soportar el extremo situado hacia abajo de la última sección de raíl. Naturalmente, se deberá entender que se puede usar adecuadamente más o menos postes de soporte a voluntad. Los postes de soporte frangibles 14 están configurados para resistir fuerzas de impacto ( $F_L$ ) impartidas lateralmente al lado del guardarraíl, es decir, transversales a la dirección de impacto axial 12, pero para romperse fácilmente cuando contra el guardarraíl choca un vehículo que avanza en una dirección de impacto axial/longitudinal 12. En una realización, cada uno de los postes de soporte frangibles 14 está configurado con elementos de poste superior e inferior 16, 18. Como se representa en las figuras 2, 3 y 31, el elemento de poste superior 16, 116 está acoplado a la sección de raíl 4, 304 con un espaciador 20 y múltiples sujetadores 22, representados en número de cuatro para un primer poste de soporte y seis para acoplamientos sucesivos. Los espaciadores 20 pueden tomar muchas formas adecuadas, incluyendo una sección en forma de sombrero, un bloque, un tubo, u otras formas y configuraciones adecuadas, y/o sus combinaciones. Los espaciadores se hacen preferiblemente de acero, madera, plástico reciclado u otros materiales similares. El poste superior está fijado al espaciador con sujetadores, soldadura y análogos, y/o sus combinaciones. Como se representa en la figura 16, el cabezal de impacto 8 puede estar configurado con un espaciador integral 78 o conector para el primer poste de soporte. El espaciador/conector puede estar fijado al cabezal de impacto por soldadura, sujetadores, u otros dispositivos conocidos y adecuados. De esta forma, el cabezal de impacto está configurado para conectarse a un elemento de poste sin proporcionar ni colocar un elemento espaciador separado, lo que puede ahorrar tiempo durante el proceso de montaje.

Como se representa en las figuras 1-4, 22-24, 26 y 30, cada sección de raíl 4, 304 tiene múltiples ranuras 24 que se extienden y están espaciadas en la dirección longitudinal 12 en alineación con los sujetadores 22. Las filas paralelas superior e inferior de las ranuras 24 pueden estar decaladas en la dirección longitudinal. Durante un impacto axial de un vehículo 10 con el cabezal de impacto 8, la energía del vehículo 10 es absorbida de forma segura cuando las secciones de raíl 4, 304 deslizan sucesivamente pasando por secciones de raíl adyacentes, disipando energía mediante rozamiento. Los pernos 22 que mantienen unidas las secciones de raíl 4 deslizan a los extremos de las ranuras 24 en la sección de raíl, siendo forzados entonces los pernos 22 para cortar la sección de material de raíl entre ranuras sucesivamente espaciadas 24. La energía del vehículo impactante es absorbida primariamente por el rozamiento entre las secciones de raíl 4, 304 que deslizan una con relación a otra, absorbiéndose también energía adicional por el corte del material entre las ranuras 24 y por la liberación de los postes de soporte frangibles 14, 114. Con referencia a las figuras 17, 18, 23 y 24, se disponen varias configuraciones de chapa en la superficie del lado del tráfico de las secciones de raíl, con los pernos fijados a través de las chapas. Como se representa en la figura 17, se usa un par de chapas 80 (superior e inferior). Como se representa en las figuras 18, 23 y 24, se facilita una sola chapa en forma de C 82 o ménsula. La chapa 82 evita que los pernos 22 pasen a través de las ranuras 24 cuando se corte el material entre las ranuras, en particular en la conexión entre la última sección de raíl y el peligro.

Con referencia a las figuras 21-24 y 30, un elemento de deformación 310, configurado en una realización como una aleta conformadora, proporciona un método de bajo costo para incrementar la carga operativa del terminal de extremo cuando es impactado en la dirección longitudinal. En una realización, el elemento de deformación se hace de metal, por ejemplo y sin limitación, acero. El elemento de deformación 310 tiene un par de pestañas de extremo 312, teniendo una porción central 320 bordes de entrada y de salida oblicuos 314, 322 que se encuentran en un vértice curvado 316. Las esquinas 318 de los bordes están redondeadas. Como se representa en las figuras 22 y 24, el elemento de deformación 310 está insertado a través de una ranura 326 formada en una porción de extremo

situada hacia arriba de cada sección de raíl situada hacia abajo 304. En una realización, el elemento de deformación 310 está colocado inmediatamente hacia abajo de aberturas de sujetador 328 usadas para fijar la chapa de soporte 82. El vértice 316 y los bordes de entrada/salida 314, 322 se extienden a través de la ranura 326, enganchando las pestañas 312 un primer lado 330 de la sección de raíl y el vértice y extendiéndose los bordes de entrada/salida lateralmente con respecto a un segundo lado 332 de la sección de raíl. El elemento de deformación 310, por ejemplo, las pestañas 312 y el perímetro, puede soldarse a la sección de raíl 304 en su lado, o fijarse a él con sujetadores o sus combinaciones, con el elemento de deformación 310 también soldado al lado de tráfico de la sección de raíl. Se deberá entender que el elemento de deformación podría fijarse simplemente al segundo lado 332 del raíl, sin insertarlo a través de una ranura, por ejemplo, con sujetadores, soldadura, sus combinaciones y análogos. El borde delantero 314 está dispuesto en una ranura longitudinal 324 formada en una porción de extremo situada hacia abajo de la sección de raíl situada hacia arriba siguiente, como se representa en la figura 24, cuando el conjunto de guardarraíl está en una posición de pre-impacto. Como se explica a continuación, el elemento de deformación 310 engancha un primer lado 330 de la sección de raíl situada hacia arriba siguiente cuando es movido pasando por el elemento de deformación 310 y por ello deforma la sección de raíl situada hacia arriba, por ejemplo, conformando o curvando el metal, pero preferiblemente sin cortar la sección de raíl, como se explica mejor más adelante.

Con referencia a las figuras 1, 2, 4, 16, 23, 25, y 30, el cabezal de impacto 8 está configurado como un cabezal de impacto ligero, que está unido fijamente a la primera sección de raíl situada hacia arriba 4 del guardarraíl, por ejemplo y sin limitación, por soldadura, sujetadores y/u otros dispositivos adecuados. El cabezal de impacto 8 está dimensionado y configurado para enganchar un vehículo impactante 10, de tal manera que la primera sección de raíl 4 sea incapaz de perforar el vehículo impactante y por ello suponer un riesgo para los ocupantes del vehículo. El cabezal de impacto 8 también está configurado de manera que esté a nivel con el lado orientado al tráfico 26 del guardarraíl, con el fin de minimizar el riesgo de que en él choquen los vehículos en circulación. Esta característica puede ser importante en estados de clima frío porque las máquinas quitanieves suelen pasar muy cerca de la cara del lado de tráfico del guardarraíl. En una realización, el cabezal de impacto 8 pesa menos de aproximadamente 54 kg (120 lbs) (incluyendo la primera sección de raíl), que pesa significativamente menos que los cabezales de impacto convencionales que pesan entre 68 kg y 122 kg (de 150 lbs a 270 lbs) sin la primera sección de raíl. Como tal, el cabezal de impacto es menos costoso, más fácil de instalar, y aplica una carga menor a los vehículos impactantes.

En la realización de las figuras 25-29, un puntal 340 se extiende entre los postes frangibles situados hacia arriba primero y segundo 14, 114 y está acoplado a ellos. Una chapa de suelo 344 está fijada al elemento de poste inferior delantero con el fin de evitar que el elemento de poste inferior delantero sea sacado del suelo durante un impacto. Se deberá entender que las chapas de suelo pueden fijarse a otros elementos de poste inferior cuando se considere adecuado. Un cable 342 está fijado a una porción intermedia del puntal 340. El cable se extiende a través de una abertura 402 formada en la pared inferior del espaciador 20 acoplado al segundo elemento de poste situado hacia abajo como se representa en la figura 27. Como se representa en las figuras 26, 28 y 29, el cable 342 se extiende hacia atrás a lo largo de la longitud del terminal, pasando el cable a través de espaciadores posteriores 20 de tal manera que el cable esté dispuesto entre cada espaciador y la sección de raíl montada (figura 28). El cable 342 tiene una porción de extremo fijada al último espaciador 420, que funciona como un anclaje de cable cuando está configurado con una chapa de anclaje 404 y un sujetador 402 (figura 29). De esta forma, el cable 342 funciona como una soga para capturar y acoplar los espaciadores, las secciones de raíl y los postes superiores cuando el sistema recibe un impacto. Se deberá entender que el cable podría tener una longitud más corta, si no se desea que funcione como soga, por ejemplo, fijándolo al primer espaciador situado hacia abajo o la sección de raíl colocada hacia abajo de la primera sección de raíl situada hacia arriba.

Cuando el sistema guardarraíl colapsa en la dirección longitudinal o de impacto axial 12, los postes frangibles 14 son empujados en una dirección débil, haciendo que se suelten o rompan. A la inversa, cuando el sistema recibe un impacto en el lado 26, o cuando se le aplica un vector de fuerza lateral ( $F_L$ ), los postes frangibles 14 reciben una carga en una dirección lateral fuerte 28. En este tipo de impacto, los postes de soporte 14 permanecen intactos y verticales, con el fin de soportar las secciones de raíl 4 y redirigir el vehículo 10 de nuevo a la carretera.

Con referencia a las figuras 5-7, una primera realización del poste frangible incluye postes superior e inferior 16, 18, teniendo cada uno una porción de extremo superior 30, 34 y una porción de extremo inferior 32, 36. Como se representa en la figura 4, el poste inferior 18 está metido en tierra por debajo del nivel del suelo 38, extendiéndose la porción de extremo superior 34 ligeramente por encima del nivel del suelo. En una realización, el poste inferior 18 está configurado con una sección transversal en forma de C, aunque se deberá entender que otras formas, tal como una sección transversal en forma de I, representada por ejemplo en la figura 15, también serían adecuadas. Preferiblemente, el poste inferior 18 está configurado con un canal 46 definido por tres lados 38, 40, 42 y una abertura 44 orientada a hacia abajo, o lejos del vehículo que circula en la dirección de impacto axial 12. El poste inferior 18 se puede hacer de acero, tal como acero galvanizado, u otros materiales adecuados. En una realización, el poste de soporte inferior se puede formar de acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) de 6,4 mm (0,25 pulgada) (1/4) de grosor con una resistencia mínima a la tracción de 345 MPa (50 ksi). En una realización, la sección transversal general exterior del poste de soporte inferior puede ser de aproximadamente 60,4 mm x 95,7 mm, mientras que la longitud puede ser de 1,10 m.

## ES 2 709 510 T3

El poste superior 16 tiene una porción de extremo inferior 32 que se solapa con la porción de extremo superior 34 del poste inferior y está anidada en el canal 46, lo que quiere decir que el poste superior encaja dentro del canal. El poste superior también puede estar configurado con una sección transversal en forma de C, aunque se deberá entender que otras formas, tales como una sección transversal en forma de I o una sección transversal tubular (por ejemplo, cuadrada), también serían adecuadas. En una realización, los postes superior e inferior están anidados de tal manera que el poste superior contacte el poste inferior en al menos dos lados 38, 42. De esta forma, el poste superior no puede girar con relación al poste inferior alrededor de un eje que se extiende en la dirección de impacto axial/longitudinal de tal manera que el poste de soporte tenga una adecuada rigidez en la dirección fuerte. En una realización, el poste superior está anidado en el poste inferior, teniendo el poste superior tres lados 48, 50, 52 en contacto con el poste inferior en tres lados. En otra realización, el poste inferior puede estar anidado dentro del poste superior. El poste superior se puede hacer de acero, tal como acero galvanizado, u otros materiales adecuados. El poste de soporte superior se puede formar de acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) de 6,4 mm (0,25 pulgada) (1/4) de grosor con una resistencia a la tracción mínima de 345 MPa (50 ksi). El poste de soporte superior puede tener una sección transversal general exterior de aproximadamente 80,0 mm x 79,0 mm, mientras que la longitud puede ser de 0,735m.

Con referencia a la realización de las figuras 5-7, las porciones de solapamiento 32, 34 de los postes superior e inferior están acopladas con un solo sujetador de cizalladura 54 que se extiende transversalmente (es decir, a través de o perpendicular) a la dirección de impacto axial 12, o paralelo a la dirección de impacto lateral 28. El término "sujetador de cizalladura" se refiere a un sujetador, tal como un pasador o perno, que es empujado por fuerzas de cizalladura durante un impacto axial. El sujetador de cizalladura 54, configurado como un perno de 10 mm (por ejemplo, acero de grado 8.8 con una resistencia mínima a la tracción de 800 MPa (116 KSI)) en una realización, es la única conexión entre los elementos de poste superior e inferior 16, 18, lo que quiere decir que los elementos de poste superior e inferior no están fijados o conectados de ninguna otra forma por sujetadores, soldadura, adhesivos, lengüetas, u otros dispositivos adecuados, aunque puede haber cierto rozamiento entre sus porciones de extremo solapadas anidadas 32, 34 durante un impacto axial. En otras realizaciones adecuadas se puede usar sujetadores de otros tamaños, grados y materiales. Cuando el poste superior 16 es empujado por una fuerza de impacto ( $F_i$ ) y es movido con relación al poste inferior 18 en la dirección de impacto axial 12, el extremo inferior 56 del poste superior apoya contra una superficie interior 58 de la pared lateral 40 del poste inferior y por ello ejerce una fuerza de cizalladura en el sujetador de cizalladura 54. Los términos "mover" y "móvil," y sus variaciones incluyen movimiento traslacional, movimiento rotacional y sus combinaciones. Cuando se aplica fuerza de cizalladura, el sujetador de cizalladura 54 falla en cizalladura, rompiéndose por ello y liberando el poste superior del poste inferior. En otras realizaciones, la fuerza de cizalladura puede tirar del sujetador de cizalladura a través de las pestañas de los elementos de poste superior y/o inferior. El tipo de mecanismo de fallo se determina por el tamaño y el material del sujetador de cizalladura y el grosor o calibre y el material de los elementos de poste superior e inferior.

A la inversa, si el sistema recibe una carga axialmente desde el extremo situado hacia abajo, el extremo superior 60 del poste inferior ejerce una fuerza contra la superficie exterior 62 de la pared lateral 50 del poste superior, y por ello ejerce una fuerza de cizalladura en el sujetador de cizalladura 54. Debido a la geometría y la colocación del sujetador de cizalladura, y la longitud resultante de los brazos de palanca, la carga aplicada al sujetador de cizalladura 54 en la dirección de impacto axial inversa es menor que la carga aplicada al sujetador en la dirección de impacto axial, haciendo por ello que el poste de soporte 14 sea más fuerte en la dirección inversa. Además, el guardarraíl y la orientación de los postes frangibles están situados a lo largo de una carretera de tal manera que una carga de impacto axial inversa o un vector de fuerza aplicado en la dirección de impacto axial inversa debido a un impacto lateral, es improbable o se reduce en gran medida.

En una realización alternativa, representada en las figuras 11-13B, el poste superior 14 está formado con una línea de debilidad 64, por ejemplo y sin limitación como una hendidura, corte, perforación, marca u otro debilitamiento a lo largo de la dirección de impacto axial 12. En una realización, como se representa mejor en las figuras 13A y 13B, un corte o hendidura 64 se extiende al menos parcialmente a su través, y se extiende preferiblemente a través de la pared que se extiende lateralmente 50 del elemento de poste superior. El sujetador de cizalladura 54 acopla los postes superior e inferior y está alineado con la línea de debilidad 64. En la operación, el sujetador de cizalladura 54 corta o es empujado a través del poste superior a lo largo de la línea de debilidad 64. Se deberá entender que el poste inferior podría estar provisto alternativamente de una línea de debilidad.

Con referencia a la figura 14, el poste inferior 18 está configurado con una repisa de soporte 66 que se extiende a través del canal. Durante el montaje, el extremo inferior 56 del elemento de poste superior puede descansar o soportarse en la repisa de soporte mientras se instala el sujetador de cizalladura 54.

Con referencia a las figuras 8-10, se representa una realización alternativa de un poste de soporte 114. El poste de soporte 114 incluye un poste superior 116 que tiene una porción de extremo inferior 132 que solapa una porción de extremo superior 134 de un poste inferior 118. En una realización, las porciones de solapamiento 132, 134 están anidadas, contactando el poste superior el poste inferior en tres lados como se ha descrito anteriormente con respecto al poste de soporte de las figuras 5-7. En varias realizaciones, los postes superior e inferior 116, 118 pueden estar configurados de la misma forma y de los mismos materiales que los postes 16, 18 descritos

anteriormente en conexión con la realización de las figuras 5-7. Por ejemplo, como se representa en las figuras 8-10, el poste inferior 118 está configurado con una sección transversal en forma de C, mientras que, en la figura 15, el poste inferior 218 está configurado con una sección transversal en forma de I.

5 En varias realizaciones, representadas, por ejemplo, en las figuras 8-10 y la figura 15, el extremo inferior 156 del  
 10 poste superior 116 descansa en un pasador de bisagra 170 que se extiende lateralmente entre paredes laterales  
 opuestas 148, 152 del poste inferior. El extremo inferior puede estar configurado con un canal o ranura 172  
 conformado para recibir el pasador de bisagra 170. El poste superior 116 también está conectado al poste inferior  
 15 118, 218 con un sujetador de tracción 180 que se extiende longitudinalmente en la dirección de impacto axial 12. El  
 término o expresión "sujetador de tracción" se refiere a un sujetador, tal como un perno o pasador, que recibe carga  
 en tensión durante un impacto axial. Por ejemplo, el sujetador de tracción puede estar configurado como un perno  
 20 de 10 mm (por ejemplo, acero de grado 8.8 con una resistencia mínima a la tracción de 800 MPa (116 KSI)), aunque  
 otros tamaños, grados y materiales también pueden ser adecuados, incluyendo por ejemplo y sin limitación un perno  
 de 12 mm. El sujetador puede fijarse a los postes superior e inferior anidados 116, 118, 218 con arandelas y una  
 25 tuerca. El sujetador de tracción 180 está colocado preferiblemente encima del pasador de bisagra 170. Se deberá  
 entender que, en una realización, como se representa en las figuras 19 y 20, el pasador de bisagra puede omitirse,  
 siendo el sujetador de tracción 180 la única conexión entre los postes superior e inferior 116, 118. Como se  
 representa en las figuras 19 y 20, dos arandelas cuadradas 84 están dispuestas en lados opuestos de los postes  
 superior e inferior. Las arandelas 84 puede estar soldadas a los elementos de poste superior e inferior. Las  
 30 arandelas 84 ayudan a asegurar que, en una realización, el sujetador de tracción 180 no deforme o rompa el poste  
 de soporte, sino que más bien se rompa o falle. En una realización, el poste inferior está instalado en la tierra de tal  
 manera que un cabezal del sujetador de tracción 180 esté a aproximadamente 15 mm (+/- 15 mm) encima del nivel  
 del suelo. Además, se deberá entender que el soporte de repisa 66 descrito en la figura 14 puede ser usado en  
 35 unión con un sujetador de tracción, por ejemplo, para soportar el poste superior 116 en el poste inferior 118, 218.

40 Cuando el poste de soporte 114 es impactado en una dirección débil, es decir, a lo largo de la dirección de impacto  
 axial 12, el poste superior 116 gira alrededor del pasador de bisagra 170, creando una carga de tracción en el  
 sujetador de tracción 180. En una realización, el sujetador de tracción comienza a estirarse y luego se deforma,  
 hasta que se excede su resistencia última a la rotura por tracción, liberando por ello el poste superior. En otras  
 45 realizaciones, la fuerza de tracción aplicada a y por el sujetador de tracción tira del sujetador de tracción a través de  
 la hoja lateral de uno o ambos postes superior e inferior. En otra realización, la fuerza de tracción que se aplica al  
 sujetador tira del sujetador a través de una tuerca que fija el sujetador en posición. Dado que el poste superior 116  
 solamente descansa en el pasador de bisagra 170 y no está fijamente conectado al poste inferior 118 por el pasador  
 50 de bisagra, el poste superior está libre de cualquier conexión con el poste inferior una vez que el sujetador de  
 tracción o los elementos de posterior superior/inferior fallan.

55 Como se representa en la figura 10, el terminal de extremo inferior 156 del poste superior 116 puede estar  
 configurado con un chaflán 174 o ahusamiento, que ayuda a evitar o eliminar la unión entre los postes superior e  
 inferior durante un impacto axial.

60 En la operación durante un impacto axial, un vehículo impactante 10 choca con el cabezal de impacto 8. El vehículo  
 aplica por ello una carga de compresión al cabezal de impacto 8 y posteriormente a la primera sección de raíl 4. El  
 movimiento del cabezal de impacto 8 y el primer raíl hace que el primer raíl 4, 304 comience a deslizar sobre el  
 65 segundo raíl adyacente siguiente 4, 304. Durante este movimiento, el primer poste superior 16, 116 comienza a  
 moverse con relación al primer poste inferior 18, 118, 218. En particular, el poste superior 16, 116 es capaz de girar  
 con relación al poste inferior 18, 118, 218 alrededor de un eje transversal lateral que se extiende sustancialmente  
 perpendicular a un eje que se extiende en la dirección de impacto axial 12 y sustancialmente paralelo a un eje que  
 se extiende en la dirección de impacto lateral 28, siendo también trasladado con relación al poste inferior a lo largo  
 70 de la dirección de impacto axial 12. Como se representa en la realización de las figuras 8-10, el pasador de bisagra  
 170 define el eje de pivote/rotación lateral. Este movimiento continúa hasta que la conexión descrita en este  
 documento con respecto a las diferentes realizaciones falla y el primer poste superior 16, 116 se libera del primer  
 poste inferior 18, 118, 218 y se traslada en la dirección de impacto axial, preferiblemente porque permanece  
 75 conectado a la sección de raíl 4, 304. Al mismo tiempo, el movimiento de la primera sección de raíl sobre la segunda  
 sección de raíl comienza a absorber la energía del impacto cuando se corta el material de raíl entre las ranuras 24 y  
 se crea rozamiento entre las secciones de raíl 4, 304.

80 La primera sección de raíl continúa moviéndose longitudinalmente y plegándose hasta que los pernos de montaje de  
 guardarraíl 22 llegan a los extremos de las ranuras de raíl 24. Se evita que la primera sección de raíl continúe  
 colapsándose por el enganche de los sujetadores con el extremo de las ranuras 24, y también por el extremo situado  
 85 hacia abajo del cabezal de impacto que contacta el espaciador fijado al segundo poste superior. En este punto, el  
 segundo poste superior 14, 114 comienza a recibir carga y la segunda sección de raíl comienza a deslizar sobre la  
 tercera sección de raíl. Como resultado, la conexión entre los segundos postes superior e inferior falla, repitiendo el  
 proceso descrito con respecto al primer poste y la primera sección de raíl. Este proceso también se repite con  
 respecto a los postes tercero, cuarto y quinto, así como las secciones de raíl tercera, cuarta y quinta, hasta que el  
 90 sistema colapsa completamente o la energía del vehículo impactante es completamente absorbida y atenuada.

Con referencia a la realización de las figuras 21-24, 26 y 30 cuando el sistema colapsa (durante un impacto en la dirección longitudinal), una primera sección de raíl intermedia 304, que se solapa con una segunda sección de raíl adyacente situada hacia abajo 304, se hace deslizar sobre la sección de raíl adyacente situada hacia abajo, absorbiendo por ello energía del vehículo impactante a través de rozamiento entre las secciones de raíl y/o las chapas de soporte, predeterminado y obtenido por una precarga de sujetador en los sujetadores 22. Al mismo tiempo, el elemento de deformación 310 engancha un lado 330 de la sección de raíl de solapamiento situada hacia arriba 304 y deforma la sección de raíl de solapamiento situada hacia arriba cuando pasa por el elemento de deformación, deformando por ello la sección de raíl móvil de forma predecible y absorbiendo energía adicional. Además, cuando la sección de raíl de solapamiento situada hacia arriba se deforma lateralmente hacia fuera, se produce una fuerza lateral contra la chapa de soporte 82, que está fijada al raíl situado hacia abajo, hacia arriba del elemento de deformación con sujetadores 22. De esta forma, la sección de raíl deformada situada hacia arriba, móvil, empuja la chapa de soporte 82 lateralmente hacia fuera, impartiendo por ello una fuerza de tracción a los sujetadores 22. Esta interacción ayuda a mantener la precarga de los sujetadores 22 que fijan las secciones de raíl de solapamiento 304 a la chapa de soporte 82 y el espaciador 20. En una realización, los sujetadores están provistos de un par inicial de 163 NM (120 pie/libra). De esta forma, se mantiene una fuerza de rozamiento predeterminada entre las secciones de raíl de solapamiento 304 cuando la sección de raíl situada hacia arriba se mueve con relación a la sección de raíl situada hacia abajo, entre la sección de raíl móvil situada hacia arriba y la chapa de soporte 82, y entre el elemento de deformación 310 y la sección de raíl móvil situada hacia arriba. Este proceso de deformación se repite con respecto a los movimientos de la sección de raíl siguiente. Las secciones de raíl configuradas con elementos de deformación tienen cargas operativas de entre aproximadamente 50 kN y 90 kN en una realización, aunque también se podrían lograr o realizar valores más bajos o altos, dependiendo de la aplicación.

Aunque la figura 23 representa, en una realización, que el elemento de deformación se ha omitido en la unión entre las secciones de raíl situadas hacia arriba primera y segunda, se deberá entender que un elemento de deformación podría estar situado en dicha unión. Además, pueden usarse elementos de deformación en todas las demás uniones, o en un número limitado de ellas. Por ejemplo, en la realización de la figura 26, el elemento de deformación se ha omitido en la unión con la última sección de raíl, mientras que, en la realización representada en la figura 30, un elemento de deformación 310 está colocado en el extremo de cola de la última sección de raíl 304, de tal manera que el elemento de deformación 310 deforme la última sección de raíl 304. La forma y la configuración de los elementos de deformación pueden alterarse con el fin de proporcionar mayor o menor disipación de energía durante la secuencia de colapso, por ejemplo, proporcionando un elemento de deformación que tenga una altura lateral más grande en una unión situada hacia abajo o una inclinación o trayectoria diferente de la inclinación del borde delantero.

La cantidad de energía absorbida por la sección de raíl 304 es determinada y controlada por la geometría del elemento de deformación 310 (altura, anchura e inclinación del borde delantero), así como por la distancia del borde delantero 314 desde la chapa de soporte 22 que conecta las dos secciones de raíl adyacentes. En un ejemplo, el elemento de deformación tiene una longitud general de aproximadamente 200 mm, una altura de 58,9 mm y una anchura de 13 mm. Naturalmente, se deberá entender que también funcionarán otras formas y configuraciones. Los bordes redondeados 318 y el vértice curvado 316 aseguran que el elemento de deformación deforme en vez de cortar la sección de raíl 304.

En la operación durante un impacto lateral, las fuerzas laterales ( $F_L$ ) aplicadas a las secciones de raíl 4, 304 aplican, a su vez, una fuerza lateral y momento al poste superior 16, 116. Las porciones de extremo de solapamiento de los postes superior e inferior absorben las fuerzas laterales y momentos, permaneciendo por ello rígidos y redirigiendo el vehículo a la carretera.

El guardarraíl se puede montar de forma rápida y fácil disponiendo los elementos de poste inferior 18, 118, 218 en tierra. Si se desea, se puede usar anclajes o refuerzos en tierra adicionales (no representados) con los elementos de poste inferior para que resistan cualquier rotación o extracción de los elementos de poste inferior. El soporte puede estar premontado, con el elemento de poste superior 16, 116 conectado al elemento de poste inferior 18, 118, 218. En otras realizaciones, los postes superior e inferior se conectan in situ, por ejemplo, después de meter el poste inferior en tierra. Las secciones de raíl 4 se fijan a los postes de soporte 14, 114, con los pernos de conexión 22 fijados con un par predeterminado (por ejemplo, 163 NM (120 pie/libra)) con el fin de aplicar una fuerza de fijación deseada entre secciones de raíl adyacentes y solapadas 4, que, a su vez, produce una fuerza de rozamiento deseada entre ellas durante un impacto axial. Se deberá entender que se puede aplicar más o menos par a los pernos de conexión 22 para variar la fuerza de fijación y por ello producir diferentes fuerzas de rozamiento entre las secciones de raíl 4 durante un impacto axial.

Después de un impacto axial, las varias realizaciones del guardarraíl pueden ser restauradas de forma rápida y fácil. Con referencia a la realización de las figuras 5-7, donde el sujetador de cizalladura 54 falla en cizalladura, puede ser posible reutilizar los mismos postes superior e inferior 16, 18, cambiando solamente el sujetador de cizalladura 54. En particular, el poste superior 16 está anidado en el poste inferior 18, o en la realización de la figura 14 descansa en el soporte de repisa 66, instalándose entonces un nuevo sujetador de cizalladura 54 entre y a través de los postes superior e inferior. Dado que el sujetador de cizalladura 54, que está situado encima del nivel del suelo 38, es

la única conexión entre los elementos de poste superior e inferior, los postes de soporte pueden restaurarse de forma fácil y rápida sin tener que cavar o despejar el poste inferior, y sin tener que examinar o inspeccionar un sujetador inferior o pasador de bisagra debajo del nivel del suelo 38.

5 En otras realizaciones, por ejemplo, la realización de las figuras 11-13B, donde el elemento de poste 16 se corta a lo largo de la línea de debilidad 64, se cambia el poste superior. En algunas situaciones después de inspección, los sujetadores de cizalladura 54 pueden ser reutilizados.

10 En la realización de las figuras 8-10, donde el sujetador de tracción 180 falla, el poste superior 116 se encaja simplemente con relación al poste inferior 118, 218 y se instala un nuevo sujetador de tracción 180. En una realización donde se dispone un pasador de bisagra 170, el poste superior 116 se apoya en el pasador de bisagra 170 instalando después el sujetador de tracción 180. En otras realizaciones, donde se omite un pasador de bisagra, el poste superior puede ser soportado por un soporte de repisa 66, o simplemente mantenerse en posición mientras se instala un nuevo sujetador de tracción 180.

15 El uso de un solo sujetador de cizalladura (o de tracción) 54, 180 elimina el gasto de proporcionar e instalar un pasador de bisagra/pivote adicional. Además, una sola conexión evita la posibilidad de que el pasador de bisagra/pivote atasque el elemento de poste superior en posición. Al mismo tiempo, se puede usar un solo sujetador, que es relativamente pequeño y barato, para fijar de forma segura los elementos de poste superior e inferior sin poner en peligro la rigidez lateral y la capacidad de redirección del conjunto de guardarraíl.

20 En cambio, los elementos de poste superior e inferior anidados y de solapamiento 16, 116, 18, 118, 218 hacen que los elementos de poste transmitan fuerzas directamente entre sí, en vez de emplear conectores y sujetadores separados, costosos y difíciles de instalar /sustituir, que se usan, por ejemplo, con elementos de poste espaciados verticalmente. Como tales, los elementos de poste y el conjunto se pueden restaurar de forma fácil y rápida con un costo mínimo.

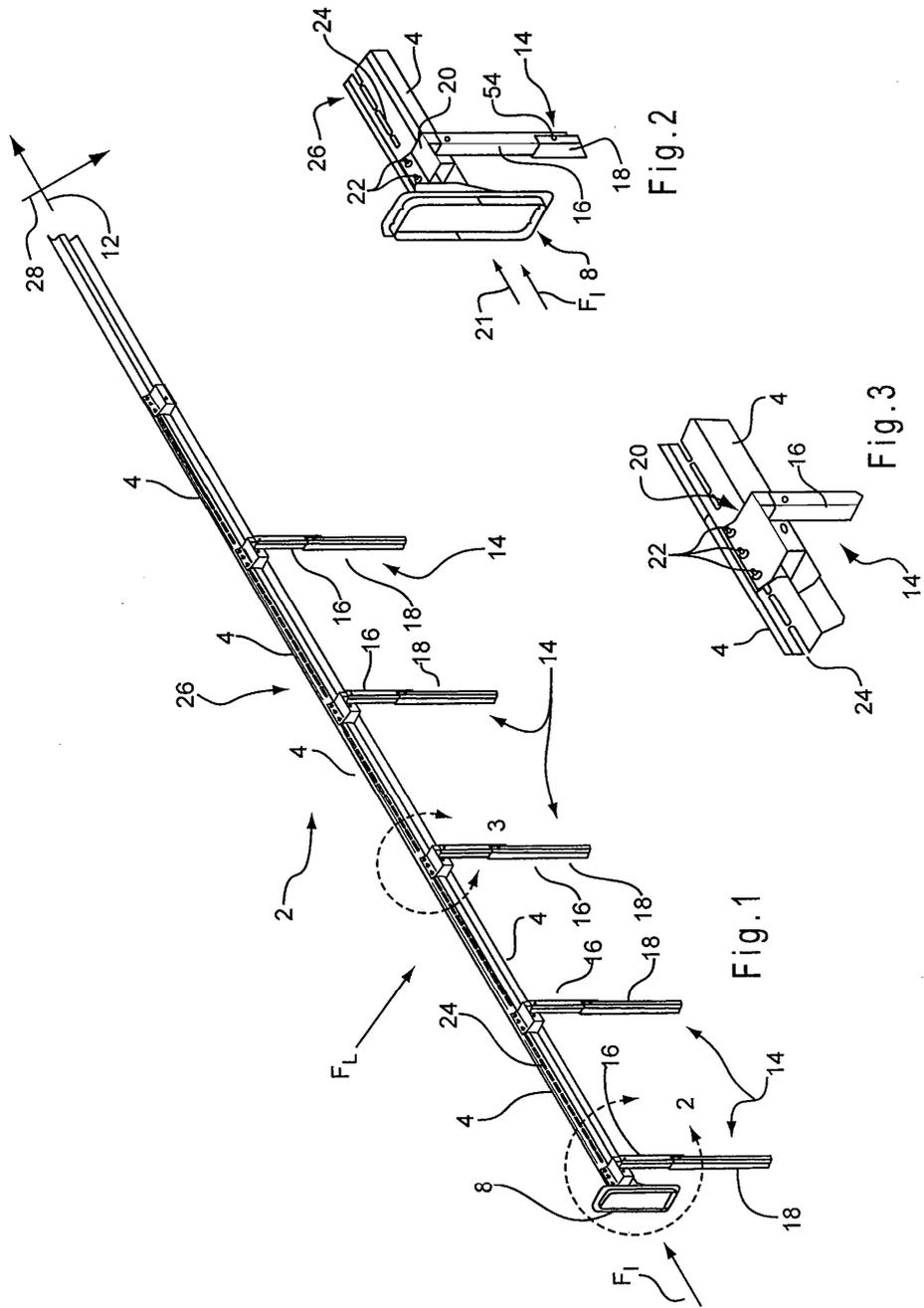
25 Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a realizaciones preferidas, los expertos en la técnica reconocerán que se puede hacer cambios en la forma y el detalle sin apartarse del alcance de la invención. Como tal, se prevé que la descripción detallada anterior se considere ilustrativa más bien que limitativa y se desea que las reivindicaciones anexas, incluyendo todos sus equivalentes, definan el alcance de la invención.

30

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de guardarraíl (2) incluyendo: una primera sección de raíl (4) incluyendo una porción de extremo situada hacia arriba, una porción de extremo situada hacia abajo, un primer lado (330) y un segundo lado (332);
- 5 una segunda sección de raíl (4) incluyendo una porción de extremo situada hacia arriba, una porción de extremo situada hacia abajo, un primer lado (330) y un segundo lado (332), donde dicha porción de extremo situada hacia arriba de dicha segunda sección de raíl solapa con y está fijada a dicha porción de extremo situada hacia abajo de dicha primera sección de raíl, mirando uno a otro dicho primer lado (330) de la primera sección de raíl y dicho
- 10 segundo lado (332) de la segunda sección de raíl, y donde dicha primera sección de raíl se puede mover con relación a dicha segunda sección de raíl desde una posición de pre-impacto a una posición de impacto en respuesta a un impacto axial en el conjunto de guardarraíl;
- 15 una chapa de soporte (82) dispuesta adyacente a un segundo lado (332) de dicha primera sección de raíl (4) enfrente de dicho primer lado (330), y múltiples sujetadores (22) fijan dicha chapa de soporte (82) a dichas secciones de raíl primera y segunda (4), **caracterizado porque** el conjunto de guardarraíl incluye además un elemento de deformación (310) fijado a dicha porción de extremo situada hacia arriba de dicha segunda sección de raíl y que se extiende lateralmente con respecto a dicho segundo lado (332), donde dicho elemento de deformación (310) engancha deslizantemente dicho primer lado (330) de dicha primera sección de raíl y está adaptado para
- 20 deformar lateralmente dicha primera sección de raíl hacia fuera alejándola de dicha segunda sección de raíl cuando dicho elemento de deformación (310) desliza a lo largo de dicho primer lado (330) cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto; y donde dicha primera sección de raíl, cuando es deformada, empuja dicha chapa de soporte (82) lateralmente de tal manera que se aplica una fuerza de tracción a al menos algunos de dichos múltiples sujetadores
- 25 (22) cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto.
2. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 1 donde dicha primera sección de raíl incluye múltiples ranuras longitudinalmente espaciadas (24) alineadas con dichos múltiples sujetadores (22) y que se extienden hacia arriba de ellos.
3. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 2 donde dichos múltiples sujetadores (22) y las múltiples ranuras (24) están dispuestos en filas primera y segunda de sujetadores y ranuras.
- 35 4. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 1 donde dicho elemento de deformación (310) incluye un borde delantero oblicuo (314) y un vértice redondeado (316).
5. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 1 donde dicha primera sección de raíl incluye una ranura (326) que recibe al menos una porción de dicho elemento de deformación (310) cuando dicha primera sección de raíl está en dicha posición de pre-impacto.
- 40 6. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 1, incluyendo además un cabezal de impacto (8) acoplado a una tercera sección de raíl, donde dichas secciones de raíl primera y segunda están colocadas hacia abajo de dicha tercera sección de raíl.
- 45 7. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 1, incluyendo además un poste de soporte frangible (14) conectado a dicha segunda sección de raíl, incluyendo dicho poste de soporte frangible:
- 50 un elemento de poste superior (16); y
- un elemento de poste inferior (18), donde dichos elementos de poste inferior y superior son no rotativos uno con relación a otro alrededor de un eje que se extiende en una dirección de impacto axial, y donde dicho elemento de poste superior se puede mover con relación a dicho elemento de poste inferior a lo largo de dicha dirección de impacto axial en respuesta a un impacto axial.
- 55 8. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 1, donde:
- 60 el elemento de deformación (310) engancha con dicha primera sección de raíl y la empuja lateralmente alejándola de dicha segunda sección de raíl cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto; e incluyendo además
- 65 al menos un sujetador (22) que empuja dicha primera sección de raíl contra dicho elemento de deformación cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto, donde se aplica una fuerza de tracción a dicho al menos único sujetador cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto.

- 5 9. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 8 donde dicho elemento de deformación (310) está dispuesto entre al menos porciones de dichas secciones de raíl primera y segunda (4) y las espacia cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto.
- 10 10. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 9 donde dicho elemento de deformación (310) puede enganchar con dichos lados primero y segundo de dichas secciones de raíl primera y segunda (4) respectivamente cuando dicha primera sección de raíl es movida con relación a dicha segunda sección de raíl desde dicha posición de pre-impacto a dicha posición de impacto.
- 15 11. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 8, donde dicho elemento de deformación (310) está fijado fijamente a dicha segunda sección de raíl.
- 20 12. El conjunto de guardarraíl de la reivindicación 8, incluyendo además una ménsula de soporte (82) dispuesta adyacente a un segundo lado de dicha primera sección de raíl opuesta a dicho primer lado, enganchando dicho al menos único sujetador (22) dicha ménsula de soporte.
- 25 13. Un método de atenuar la energía de un vehículo en movimiento con un conjunto de guardarraíl (2) según la reivindicación 1, incluyendo:
- 30 impactar en un cabezal de impacto (8) con un vehículo que avanza en una dirección de impacto axial, donde el cabezal de impacto está acoplado a dicho conjunto de guardarraíl extendiéndose longitudinalmente en la dirección de impacto axial, donde dicho conjunto de guardarraíl incluye al menos secciones de raíl primera y segunda (4) incluyendo cada una una porción de extremo situada hacia arriba, una porción de extremo situada hacia abajo y lados primero (330) y segundo (332) respectivamente, donde dicha porción de extremo situada hacia arriba de dicha segunda sección de raíl se solapa con dicha porción de extremo situada hacia abajo, y está fijada a ella, de dicha primera sección de raíl mirando dicho primer lado (330) de dicha primera sección de raíl a dicho segundo lado (332) de dicha segunda sección de raíl;
- 35 mover dicha primera sección de raíl de dicho guardarraíl con relación a dicha segunda sección de raíl;
- 40 enganchar deslizantemente dicho primer lado de dicha primera sección de raíl con un elemento de deformación (310) fijado a dicha porción de extremo situada hacia arriba de dicha segunda sección de raíl y que se extiende lateralmente con respecto a dicho segundo lado de dicha segunda sección de raíl; y
- 45 deformar dicha primera sección de raíl lateralmente hacia fuera alejándola de dicha segunda sección de raíl con dicho elemento de deformación (310), cuando dicho elemento de deformación desliza a lo largo de dicho primer lado, sin cortar dicha primera sección de raíl con dicho elemento de deformación;
- 50 donde el método incluye además proporcionar una chapa de soporte (82) dispuesta adyacente a un segundo lado de dicha primera sección de raíl, y múltiples sujetadores (22) fijan dicha chapa de soporte (82) a dichas secciones de raíl primera y segunda; y
- 55 empujar dicha chapa de soporte (82) lateralmente con dicha primera sección de raíl deformada y aplicar por ello una fuerza de tracción a al menos algunos de dichos múltiples sujetadores (22).
14. El método de la reivindicación 13, incluyendo además cortar dicha primera sección de raíl (4) con al menos algunos de dichos múltiples sujetadores (22).
15. El método de la reivindicación 13, donde dicho elemento de deformación (310) incluye un borde delantero oblicuo (314) y un vértice redondeado (316).
16. El método de la reivindicación 13, donde dicho cabezal de impacto (8) está acoplado a una tercera sección de raíl, donde dichas secciones de raíl primera y segunda están colocadas hacia abajo de dicha tercera sección de raíl.



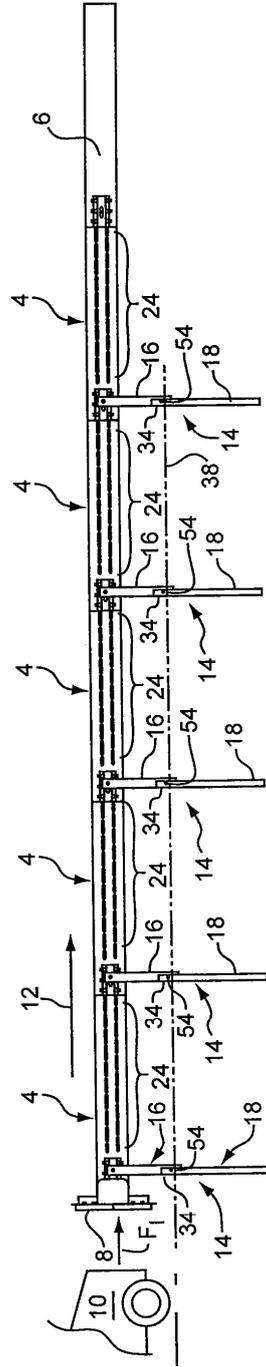
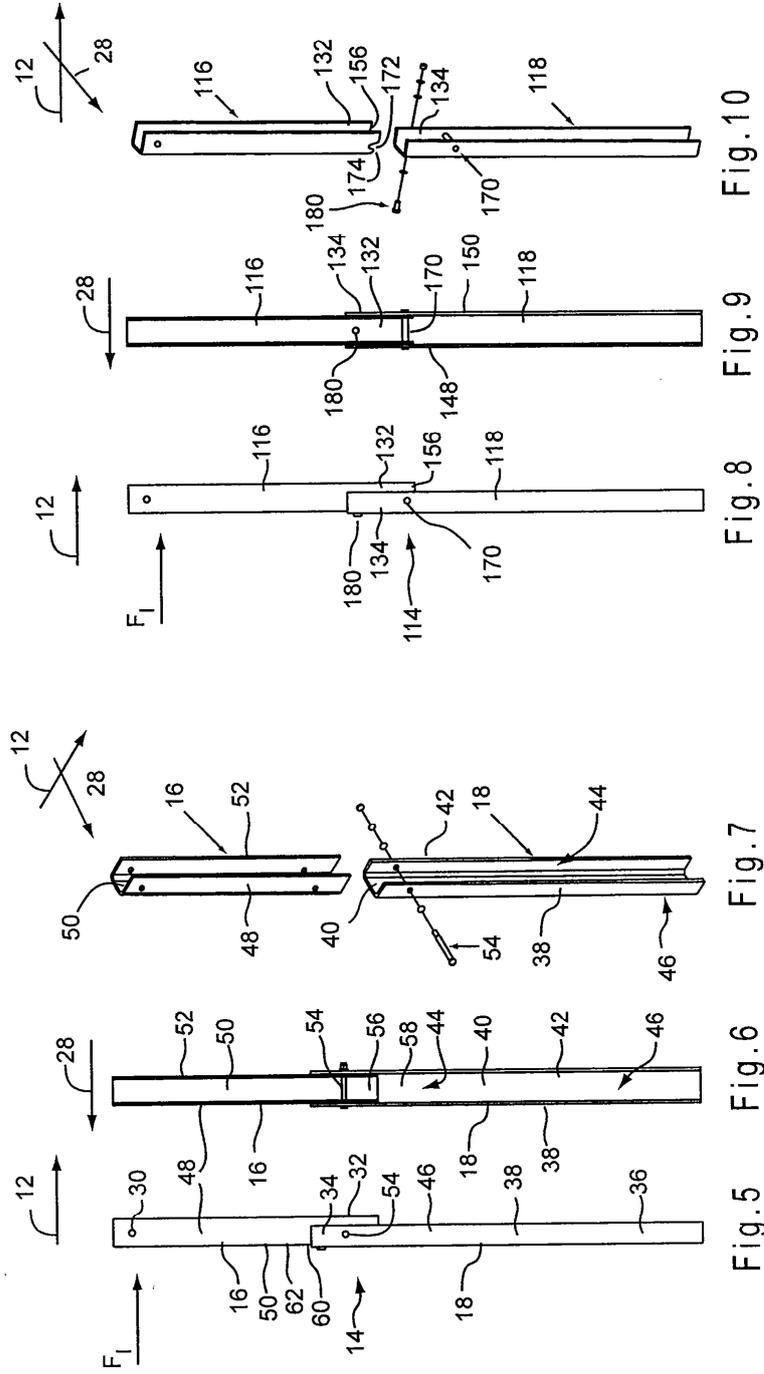
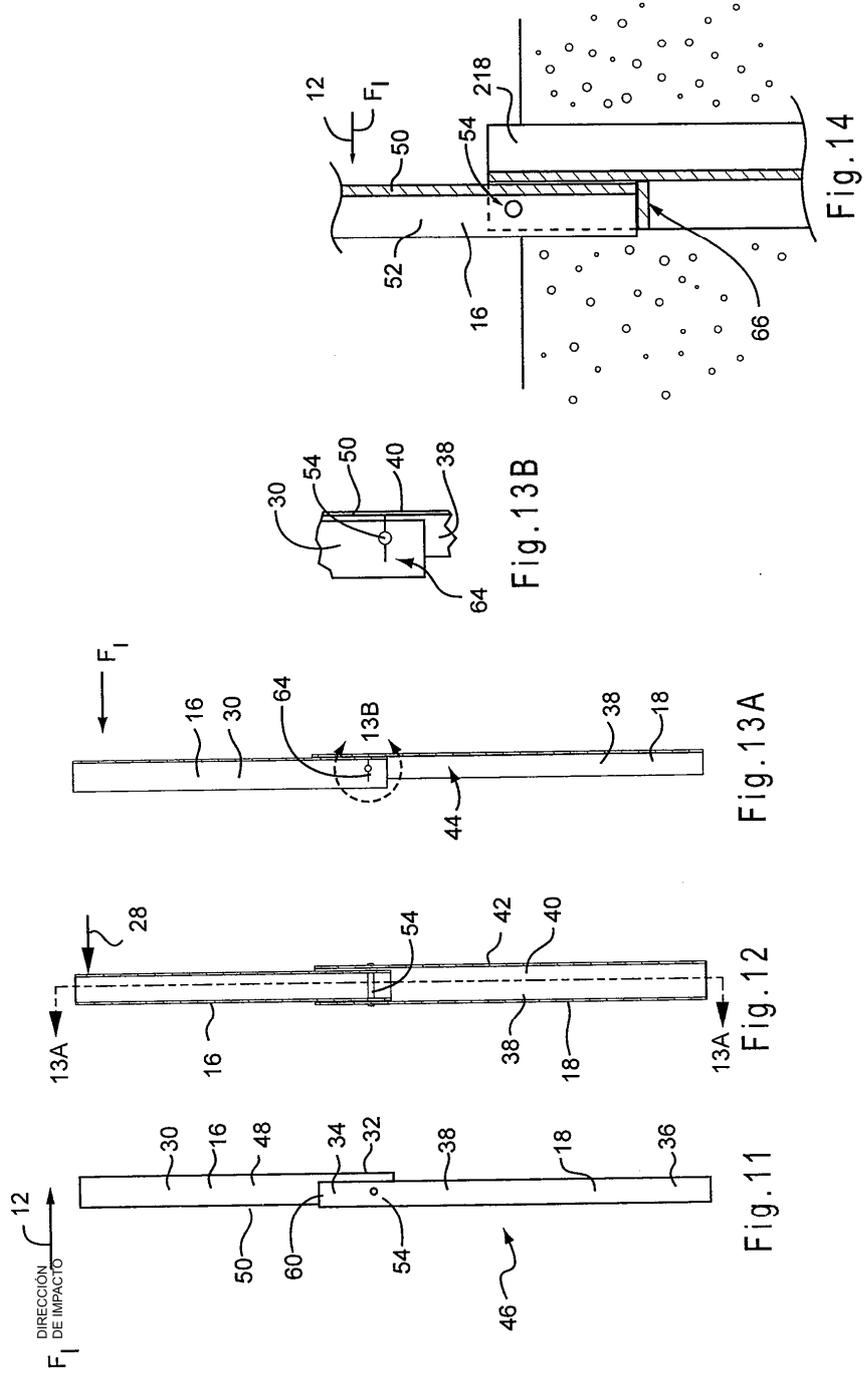


Fig.4





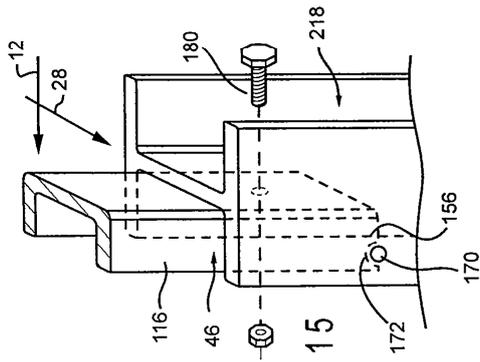


Fig. 15

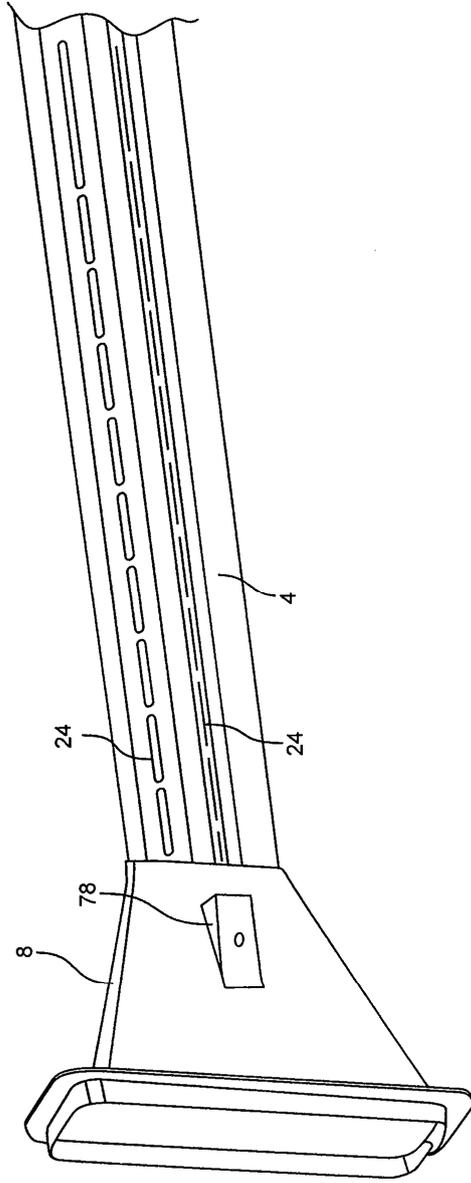


Fig. 16

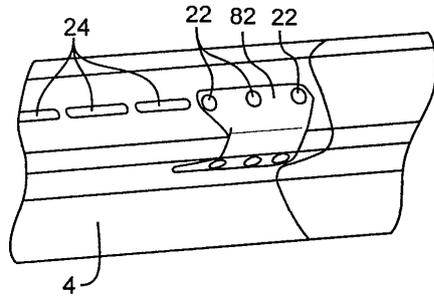


Fig.17

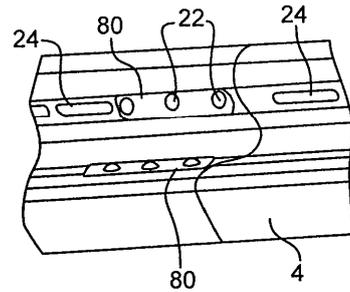


Fig.18

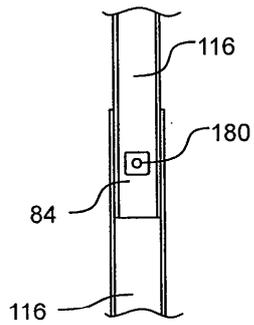


Fig.19

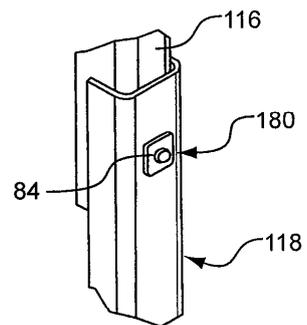


Fig.20

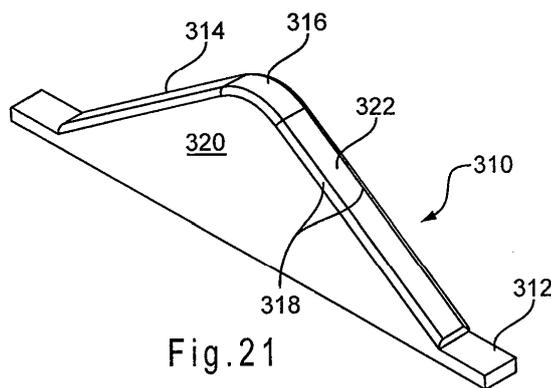


Fig.21

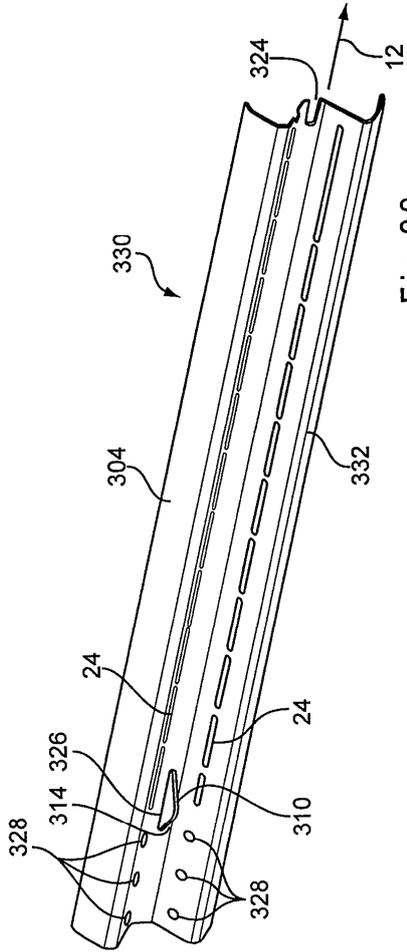


Fig. 2.2

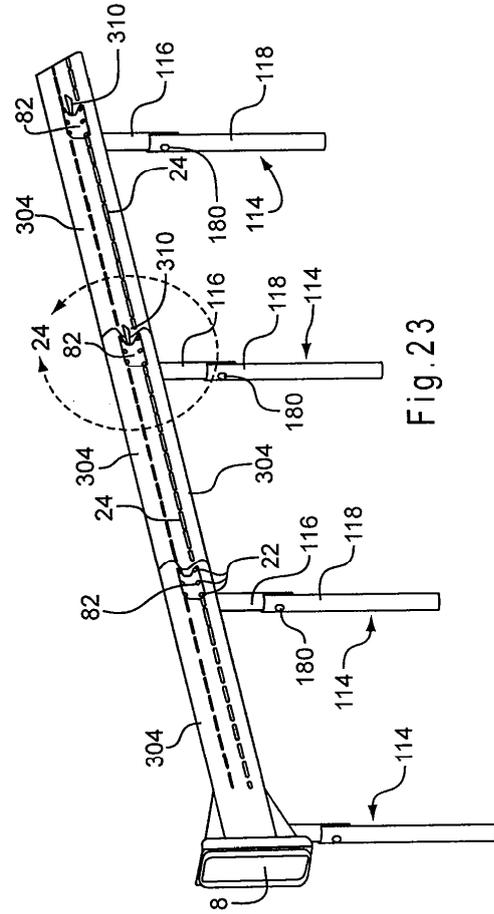
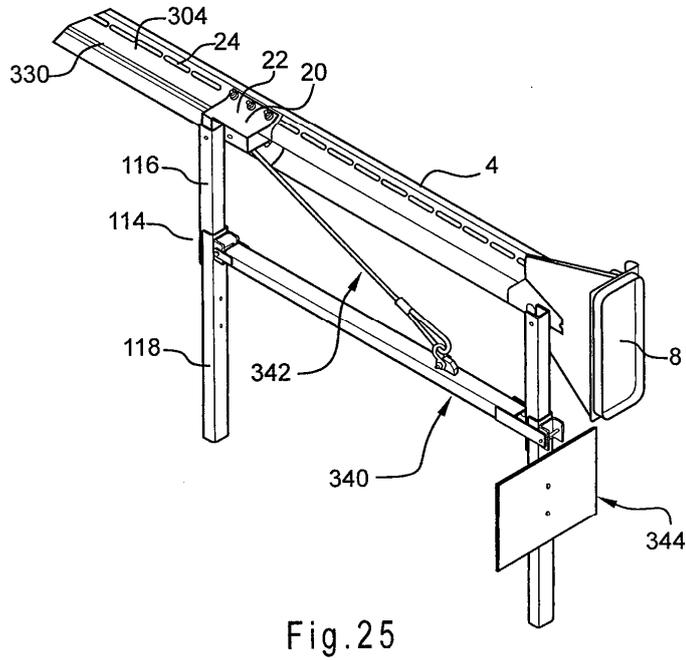
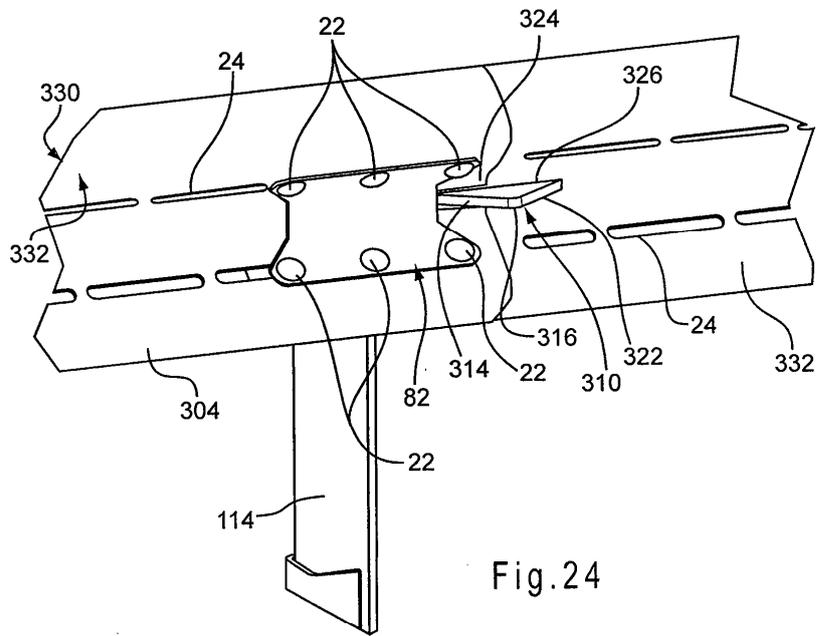


Fig. 2.3



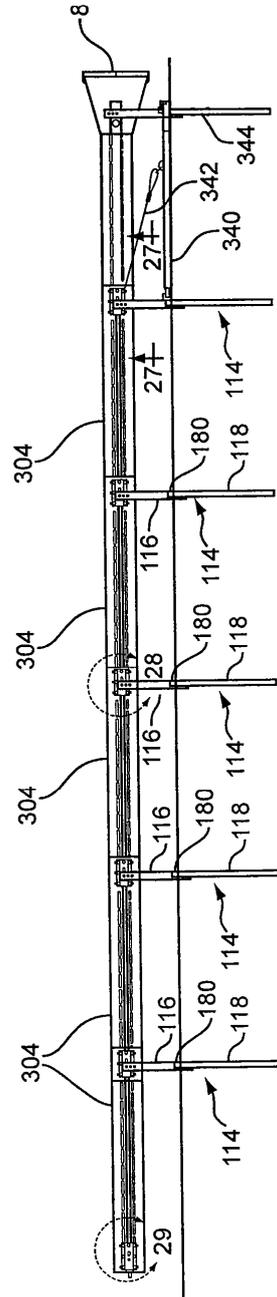


Fig.26

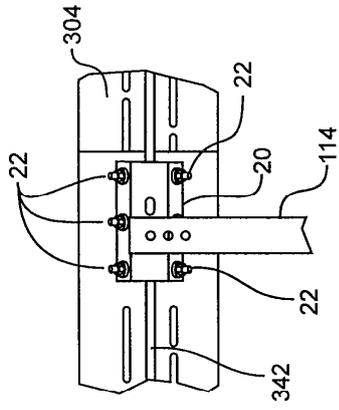


Fig. 28

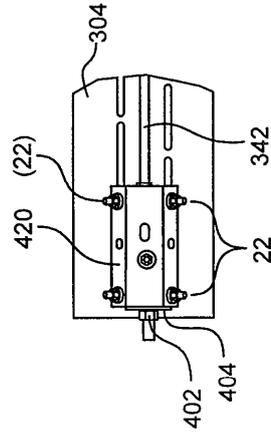


Fig. 29

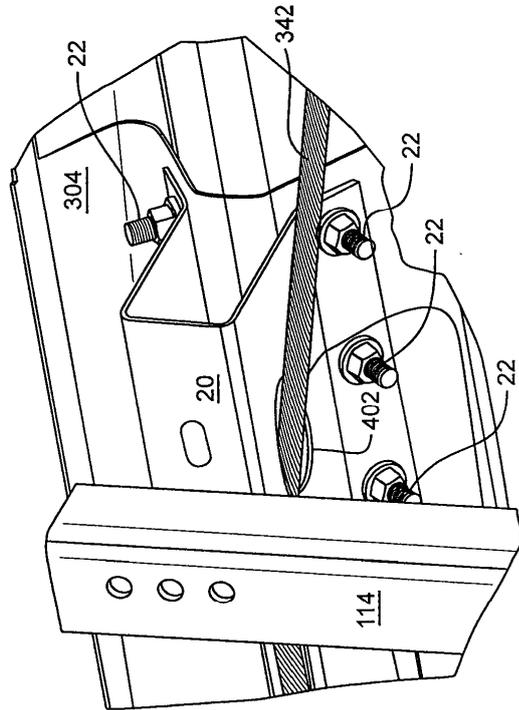


Fig. 27

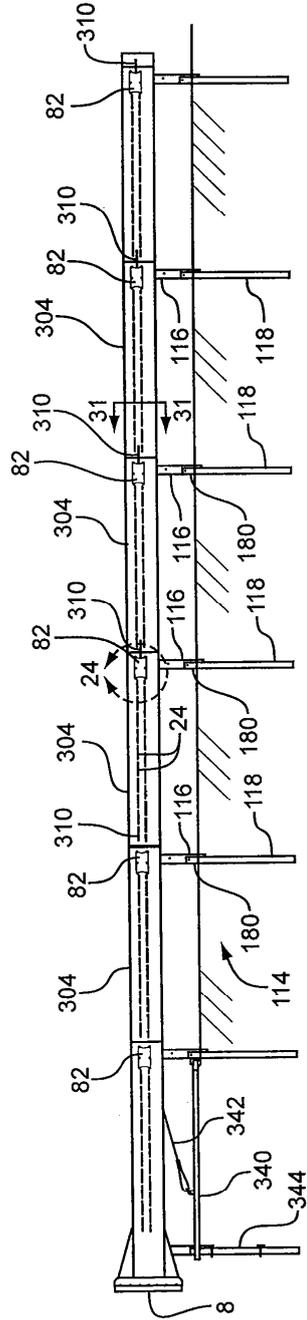


Fig. 30

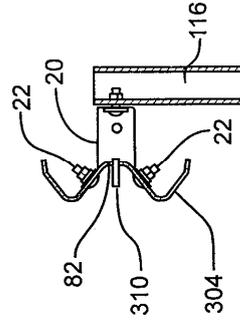


Fig. 31