

## **AUTOBUSES Y AUTOCARES AUTOPORTANTES RESISTENTES AL VUELCO**

### **DESCRIPCIÓN**

5

#### **SECTOR TECNOLÓGICO**

La presente invención revela una estructura autoportante para autobuses y autocares capaz de proteger el espacio de supervivencia interno de los pasajeros en caso de volcamiento, esta invención pertenece a la industria de vehículos de transporte y contribuye a los desarrollos propuestos en la clasificación internacional de patentes B62D31/00, la cual refiere a superestructuras para vehículos de pasajeros

#### **15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Hasta los años cincuenta y sesenta del siglo pasado, la estructura basada en un chasis y una carrocería estaba muy extendida por el mundo, carroceros altamente especializados fabricaban y acoplaban sus productos a chasis suministrados por los fabricantes de camiones. Al principio se trataba de un chasis de camión con un motor frontal; a partir de los años cincuenta, esta estructura fue sustituida sucesivamente en los vehículos más grandes por un chasis con motor en la zaga, como es habitual en los autobuses y autocares actuales.

25

A lo largo de los últimos decenios ha tenido lugar un cambio importante en las preferencias de los carroceros, los chasis basados en bastidores de travesaños.

Donde el carrocerero reemplaza el bastidor de fábrica para camiones, por un bastidor en celosía elegido para un vehículo de transporte, configurándose de ese modo un autobús o un autocar portante o semiportante, similar al autobús integral de un fabricante de autobuses completos.

5

Junto a las diferencias técnicas, el acoplamiento de una carrocería sobre un chasis, especialmente sobre un chasis de travesaños, es más sencillo desde el punto de vista técnico que el diseño de un autobús integral, también son importantes los costes: los autobuses basados en travesaños son mucho más económicos que los autobuses integrales. Además, los autobuses configurados sobre travesaños utilizan con frecuencia componentes especialmente robustos y más sencillos, pueden soportar mejor las solicitudes extremas que los autobuses integrales.

Pese a los procesos de unificación económica que se tienen por todo el mundo, las técnicas de fabricación de estos autobuses varían de país a país, esto se debe a que existen mercados tradicionales para autobuses integrales, así como para para los de chasis de travesaños. Por ejemplo, Europa central, Norteamérica y Japón son mercados típicos de autobuses integrales; América Central, Suramérica, África, Asia meridional y el sudeste asiático son mercados de autobuses configurados sobre chasis clásicos con bastidor de travesaños y motor frontal o en la zaga.

Esta diversidad de mercados se debe a que existen dos grandes desafíos técnicos a la hora de fabricar estos vehículos. El primero de ellos está en suplir realmente las necesidades de los carroceros, dado que para el ensamblador un autobús existe poca oferta capaz de suplir los requerimientos necesarios. Este es el caso de Colombia, un país con carreteras construidas recientemente, muchas de ellas aun sin pavimentar, con huecos prominentes, angostas y con

muchas curvas en zonas montañosas. Estas condiciones especiales exigen autobuses más altos, con una amortización especial, que puedan incorporar sistema de frenos ABS y frenos de disco tanto delanteros como traseros; ninguno de estos requerimientos están siendo suplidos actualmente debido a que existe  
5 una oferta estándar de chasis y no hay espacio para exigencias atípicas.

Si bien los fabricantes están en la libertad de adaptar los chasis, lo despojan de elementos que no requieren durante el proceso de adaptación, se reubican otros elementos como depósitos de combustible, de aire, árbol de dirección, se  
10 reorganizan los sistemas neumático e hidráulico y las redes eléctricas (esto debido a que el chasis no es concebido para recibir la carrocería de un autobús, sino que solamente es producido por el ensamblador de forma estándar para un camión); se debe tener en cuenta que existe una demanda creciente de  
15 vehículos con exigencias particulares que no puede ser suplida por la lenta capacidad de respuesta de los ensambladores ocasionando que los fabricantes de carrocerías modifiquen los chasis antitécnicamente para cubrir esta necesidad, lo que genera un alto riesgo para la integridad del mismo y para los usuarios.

20 Y justamente el tema de seguridad es el segundo gran problema de este mercado, porque los fabricantes locales no han contado con las capacidades suficientes para poder medir en sus estructuras de travesaños los riesgos asociados a choques o volcamientos. Pruebas que son de rigor en los automóviles medianos y pequeños, pero laxas en autobuses.

25

Estas pruebas y parámetros están contemplados en el reglamento 66 de las Naciones Unidas y son acogidas por los fabricantes de autobuses integrales. En este reglamento se estipula la conservación del espacio de supervivencia, en el

cual el pasajero o tripulante va a estar protegido en caso de siniestros. (ver figura 18)

5 La prueba se basa en el vuelco de costado de un autobús, donde este pivota sobre un punto determinado (sin haber deslizamiento) a una altura y condiciones determinadas por el reglamento 66R00, hasta que choque contra el suelo (completamente rígido). (ver figura 19)

10 Con esta prueba se determina que el máximo desplazamiento de la estructura no debe sobrepasar el límite del espacio de supervivencia establecido por el reglamento. (ver figura 20)

15 Teniendo en cuenta todo lo anterior, nuestra invención resuelve estos dos problemas, libertad de adaptabilidad y seguridad sin olvidar el confort, y para entender un poco el desafío de la invención, evidenciaremos iniciativas importantes por parte de empresas reconocidas en el sector que han perseguido los mismos propósitos.

20 La solicitud de patente CN201385702 revela una estructura para un bus integral, el cual muestra con detalles sus partes de superestructura, tales como techo, frente, trasero, entre otros; hace un énfasis especial en el marco de la puerta de pasajeros. Sin embargo el documento no permite comprender los beneficios de una estructura así, ni revela la existencia de pruebas para garantizar la seguridad de la misma

25

Situación diferente se puede apreciar en el documento de patente DE10342842 de la empresa MAN NUTZFAHRZEUGE, empresa alemana altamente reconocida en este mercado por la fabricación de buses

integrales, así como la venta de sus chasis. Este documento de patente si bien contempla y ejemplifica las pruebas de seguridad por norma requerida, revela unas columnas de pared capaces de deformarse ante un volcamiento; esta estructura protege una zona interna de pasajeros pero no revela detalles importantes en la zona del techo.

El documento de patente EP1749733 si contempla el uso de refuerzos en el techo para garantizar mayor resistencia ante la deformación. Esta patente que también es de la empresa MAN NUTZFAHRZEUGE, es un gran avance hacia el desarrollo de estructuras marco para autobuses de ensamble modular. El objetivo de esta patente y de una más avanzada, la DE202007012185, es justo la modularidad, como vender elementos por partes para su ensamble in situ. Es un avance hacia diversificar el mercado y no solo vender estructuras de chasis.

Estos documentos son relevantes, constituyen el estado de la técnica más cercano, todos revelan estructuras marco para autobuses y tienen como premisa la seguridad de los pasajeros; pero no revelan evidencia sobre una certificación de seguridad, ninguno persiguen suplir la necesidad de los carroceros de la adaptabilidad, ni mencionan la relevancia del diseño de la subestructura. Todo esto es importante porque a la fecha los buses siguen teniendo suspensiones en ballesta trasera y rígida en la parte delantera, y usualmente sistema de frenos no incorpora ABS.

La presente invención da soluciones a varios puntos importantes: Seguridad, suavidad en la suspensión, frenado eficiente, espacio confortable, independencia y adaptabilidad a la hora de construir un autobús o un autocar según las necesidades del transportador, tales como cantidad de pasajeros, altura, tipo de motor a instalar, entre otras muchas más necesidades.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Con base en los lineamientos dados por la ONU en el reglamento 66, donde se  
 5 exige que la estructura no debe sobrepasar el límite del espacio de supervivencia  
 establecido. Este reglamento señala en su anexo 9 que está permitido que los  
 ensayos de vuelco para certificación puedan lograrse mediante simulación en  
 ordenador, este anexo condiciona que la simulación siga un modelo matemático  
 que se rija al comportamiento físico y real de la estructura durante la prueba de  
 10 vuelco, a fin de que si de ser necesario hacer una prueba sobre un vehículo real  
 este pueda comprobar la validez de los mismos. La presente invención hace uso  
 de esta modalidad de ensayos, certificados por la empresa IDIADA, es una  
 empresa de ingeniería con más de 25 años de historia, líder en diseño, pruebas,  
 ingeniería y servicios de homologación para la industria del automóvil en todo el  
 15 mundo. La sede, ubicada en Barcelona, España, está compuesta por un centro  
 técnico de 360 hectáreas con laboratorios completos y pistas de prueba. La  
 compañía cuenta con más de 2.200 profesionales especializados en el desarrollo  
 de vehículos, así como una red internacional de sucursales en 26 países.<sup>1</sup>. Ellos  
 probando los diferentes prototipos diseñados por AGA<sup>®</sup> durante el desarrollo de  
 20 la presente invención. Las pruebas se anexan al final del documento.

Para comenzar la descripción de la invención daremos a conocer la secuencia  
 de partes:

- 25 1) Subestructura (1000)
- 2) Plataforma de conductor (200)
- 3) Plataforma fija (201)

---

<sup>1</sup> <http://ertico.com/partnerships/applus-idiada-group/>

- 4) Piso de plataforma (202)
- 5) Diagonales de refuerzo (203)
- 6) Frontal un amarre estructural (204)
- 7) Estructura colapsable (205)
- 5 8) Punto de pivote (207)
- 9) Soporte de eje direccional y suspensión delantera independiente (300)
- 10) Soporte al sistema de suspensión neumática (301)
- 11) Base del soporte (302)
- 12) Refuerzos inferiores (303)
- 10 13) Perfil de anclaje del soporte del sistema de suspensión (304)
- 14) Cierre del sistema de dirección (306)
- 15) Base de fijación caja de dirección (307)
- 16) Apéndices anclaje sistema de dirección (305) (308) (309) (311)
- 17) Apéndice anclaje sistema suspensión (310)
- 15 18) Anclaje amortiguador (312)
- 19) Sistema neumático delantero(500)
- 20) Barras estabilizadoras (503)
- 21) Amortiguador (504)
- 22) Armazón de travesaños (400)
- 20 23) Estructura reticular base maletero (401)
- 24) Puntos de unión (402)
- 25) Viga de soporte encerchada (403)
- 26) División maletero/camarote (404)
- 27) Soporte del eje de tracción (8)
- 25 28) Auxiliares diagonales (82)
- 29) Auxiliares laterales (84)
- 30) Brazos del soporte (83)
- 31) Puntales (80) (85)
- 32) Refuerzo del eje trasero (81)
- 30 33) Suspensión neumática trasera (501)
- 34) Eje de tracción (506)
- 35) Barras estabilizadoras (507)(508)

- 36) Amortiguadores (509)
- 37) Largueros de transición (7)
- 38) Soporte del motor (6)
- 39) Cercha de amarre (64)
- 5 40) Estructura cerchada (65) (62)
- 41) Columnas (61)
- 42) Cabezales delanteros para soporte de motor (60)
- 43) Columnetas (66)
- 44) Cabezales traseros de soporte de motor (63)
- 10 45) Puente 1 (900)
- 46) Puente 2 (901)
- 47) Puente 3 (902)
- 48) Puente 4 (903)
- 49) Puente 5 (904)
- 15 50) Puente 6 (905)
- 51) Base de anclaje caja de dirección (906)
- 52) Amarres verticales del puente (907)
- 53) Soporte del piso (909)
- 54) Diagonales de amarre (908) (910)
- 20 55) Amarre horizontal de puente (911)
- 56) Soportes del sistema de suspensión neumática (912)
- 57) Amarre horizontal central (913)
- 58) Par de soportes de amortiguador (914)
- 59) Par de anclajes barras de sujeción (915)
- 25 60) Pie de amigos centrales (920)
- 61) Superestructura (2000)
- 62) Estructura Trasera (2)
- 63) Estructura frontal (5)
- 64) Aro rueda (4)
- 30 65) Cerchas laterales (3)
- 66) Techo (1)
- 67) Arcos principales (101)

- 68) Longitudinales de techo (103)
- 69) Arcos intermedios (104)
- 70) Refuerzo de arco (150)
- 71) Perfil de refuerzo (151)
- 5 72) Chapa (152)
- 73) Columna anterior (30)
- 74) Perfil longitudinal de soporte (31)
- 75) Cercha (32)
- 76) Pasamanos (33)
- 10 77) Columnas intermedias (34)
- 78) Columna posterior (35)
- 79) Refuerzo nudo (36)
- 80) Complemento en L refuerzo nudo (37)
- 81) Vigas de refuerzo (602)
- 15 82) Estructura sobremotor (601)

El listado de partes anteriormente enumerado está organizado de acuerdo a los dos fines de interés de la invención, el primer interés es la adaptabilidad el cual estaría soportado en el diseño de la subestructura (1000), la cual

20 carga, soporta o sostiene el motor, el eje de dirección, el eje de tracción, la suspensión, frenos, maletero y camarote o travesaños; y el segundo interés es la protección y seguridad de los pasajeros, el cual estaría manifestado en el diseño de la superestructura (2000) esta hace de caparazón resistente a la deformación en vuelcos.

25

### **Subestructura (1000)**

La subestructura (1000) está constituida por cinco elementos claves: la plataforma del conductor (200), el soporte de eje direccional y suspensión

5 delantera independiente (300), el maletero estructura de travesaños (400), el soporte del eje de tracción (8) y el soporte del motor (6). Estructuras secuenciadas, unidas y reforzadas entre si gracias a los puentes (900), (901), (902), (903), (904) y (905). Entraremos en detalle sobre estas estructuras:

### **Plataforma del conductor (200)**

10 La plataforma del conductor es una estructura que a diferencias de otras plataformas, es una estructura colapsable, cualidad útil a la hora de resistir la deformación en caso de siniestros frontales, esto se debe a que el piso de la plataforma (202) tiene unos puntos de pivote (207), el cual tiene dentro de sus componentes dos amortiguadores especiales, ubicados horizontalmente sobre la plataforma fija (201),  
15 que permiten mantener fijo al conductor, pero que en el momento de un choque, estos accionan y se retraen, permitiendo absorber el impacto.

### **Soporte de eje direccional y suspensión delantera independiente (300)**

20

25 Esta estructura está pensada para poder soportar el sistema de suspensión (500) independiente para cada rueda delantera, tal como el de los automóviles; para este fin, el sistema de dirección de cada rueda necesita de 4 barras para su estabilización; por lo que las barras se anclaran a los apéndices (305) (308) (309) y (311)

El apéndice anclaje (305) se desprende de los refuerzos inferiores (303) traseros y el apéndice de anclaje (309) de los refuerzos inferiores (303) delanteros; estos cuatro refuerzos están unidos a los puentes 1 y 2 (900) (901), y permiten que la base del soporte del eje (302) repose sobre los puentes. Esta base soporte tiene en su centro un tercer apéndice (308) para el anclaje de las barras estabilizadores que junto con el apéndice (311), forman cuatro puntos de sujeción por rueda capaces de soportar y dar libre movilidad de giro a la rueda direccional.

La base soporte (302) recibe sobre si a los anclajes al sistema de suspensión neumática (301) y al perfil de anclaje del soporte del sistema de suspensión (304) que tiene como fin sostener el apéndice de anclaje del sistema de suspensión (500) neumático, el cual puede ser un balón o una bolsa de aire.

Debajo de la base del soporte (302) se encuentra el cierre del sistema de dirección (306), el cual también cuenta con unos apéndices de anclaje (311) a las barras del sistema de suspensión como se mencionó anteriormente, pero además en su parte posterior se une con la base de fijación de caja de dirección (307).

El sistema de suspensión (500) contara de esta manera con 2 balones neumaticos que le permitirá a cada rueda soportar las condiciones de la carretera, sin generar saltos o efectos catapulta, comunes en las suspensiones de ballestas. Además, permite incorporar frenos ABS.

#### **Armazón de travesaños o maletero (400)**

La estructura del maletero (400) esta diseñada para el espacio de carga de equipaje y un camarote o habitáculo para el conductor suplente, esta estructura en su extremo posterior se une al puente 2 (901) por sus puntos de unión (402), en su centro esta rigidizada por un par de vigas de soporte encerchadas (403), el puente 3 (902) y el divisor del maletero/camarote (404) y en su extremo anterior se une al soporte del eje de tracción (8), más precisamente a los brazos del soporte (83) y al puente 4 (904).

Hay modelos de autocares donde esta estructura de travesaños (400) se hace más pequeña, con puentes de menor altura, de esta forma dejaría de ser un maletero y sería simplemente una estructura apenas para soporte de silletería, donde solo estaría las vigas de soporte (403) y la estructura reticular (401), la cual permite obtener el ancho deseado de la estructura.

### **Soporte del eje de tracción (8)**

El sistema de suspensión trasero (501) no es independiente para cada rueda como el delantero; soporta el eje de tracción y su movimiento está limitado al plano vertical, necesita de 4 puntos de conexión para las barras de suspensión, si bien los puntos de conexión están en los puentes 4 o 5 (903) y (904), los soportes del eje de tracción (8) garantiza la separación entre tableros y su rigidez, por eso cuenta con un par de auxiliares diagonales (82) y unos auxiliares laterales (84) los cuales se unen a los puntales (80) y (85), permitiendo así sostener el peso de la plataforma de pasajeros y soportar la deformación horizontal entre los puentes. Los soportes (8) reposan sobre el puente 5 (904) gracias al refuerzo (81) y al puente 4 (903) sobre los brazos del eje trasero (83).

Tal como se mencionó antes, los puntos de conexión están ubicados en los puentes 4 o 5; hay un par de soportes del sistema de suspensión

neumática (912) y en los cuatro vértices que forman la unión de puentes y soportes (8) hay anclajes barras de sujeción (915) que sirven de punto de conexión a las barras de suspensión. Es importante que los puntos de conexión entre vértices forman una estructura en V.

5

### **Soporte del motor (6)**

La mayor ventaja de esta invención es la libertad para diseñar y adaptar una estructura propia a las dimensiones de un motor de interés, poder utilizar un motor MAN, un motor Cummins o un motor DAF, entre otros y mezclarlos con variadas cajas de transmisión y ejes de tracción, ya que también se posee un software propio para el cálculo de las variables relacionadas en el perfecto engranaje de todos los componentes, sin depender de las empresas fabricantes de los componentes; y esto se puede porque ofrecemos una estructura segura sobre la cual reposará el motor.

El motor se sentaría sobre 4 cabezales, cabezales delanteros (60) y cabezales traseros (63), estos cabezales estarán diseñados acorde a los puntos de soporte del motor de interés del transportador. Los cabezales traseros (63) estarán montados sobre unos perfiles que harán de columnetas (66) y los cabezales delanteros (60) estarán sobre unas columnas (61) que también son unos perfiles.

Columnas (61) y columnetas (66) estarán dentro de la estructura cerchada (62) (65) del soporte del motor, la cual forma una especie de corral en U que protege al motor.

La distancia entre motor y eje de tracción dependerá de las necesidades del transportador, algunos modelos con eje de transmisión largo podrán contar o no con unos largueros de transición (7) que conectan el soporte del motor con el puente 5 (904), rigidizado por la presencia del puente 6 (905). Finalmente para garantizar la posición central de esta estructura soporte motor (8) está la cercha de amarre (64) que se une a las estructuras laterales (3).

### **Puentes**

Los puentes conectan la subestructura (1000) con la superestructura (2000), además son las piezas clave el sistema de suspensión neumática y el sistema de dirección estos se conforman de manera general por la unión de un amarre horizontal de puente (911), sobre los amarres verticales del puente (907), con unas salientes superiores laterales que forman el soporte del piso (909).

Los puentes de soporte 1, 2, 3, 4 y 5 (900), (901), (902), (903) y (904) respectivamente cuenta con unas diagonales de amarre (908) (910) en el centro y laterales de cada puente. El puente 6 no cuenta con estas diagonales porque debe permitir el paso del eje de transmisión; en vez de ellas cuenta con un par de pie de amigos (920).

Los puentes de soporte 4 y 5 (903) y (904) cuentan con amarre horizontal central (913) donde se instala un par de soportes del sistema de suspensión neumática (912), un par de anclajes de sujeción del eje (915) y un par de soportes de amortiguador (914). Que como se había descrito antes, sirve a la ubicación del sistema de suspensión (501). Mientras que el puente de soporte 1 (900) solo cuentan con el anclaje de caja de dirección (906).

## Superestructura (2000)

La superestructura (2000) es un casco de protección de los autobuses o autocares y concentra el desarrollo capaz de soportar deformaciones a siniestros o volcamientos, por eso esta estructura se fabrica con perfiles de aceros de alta resistencia con refuerzos estructurales en los nudos de unión superiores e inferiores, con el objetivo de cumplir el reglamento 66 de Naciones Unidas, referentes al espacio vital para pasajeros, donde el máximo de invasión al espacio de supervivencia no puede ser mayor a 150 milímetros; esta estructura se constituye por cuatro partes externas y una estructura interna las cuales son: techo (1), cerchas laterales (3) tablero trasero (2), tablero frontal (5) y piso de pasajeros (600).

### Techo (1)

15

La estructura del techo está compuesta por una serie de arcos que dependerá del largo del autobús o autocar requerido por el transportador; de tal modo que podremos encontrar en la estructura del techo de 1 a 12 arcos intermedios (104) con 2 a 12 arcos principales (101), estos arcos principales se unen a los laterales (3) y cuentan con un refuerzo de arco (150) en sus dos esquinas.

20

Este refuerzo es un perfil (151) dispuesto entre arista y arista cerca las esquinas del arco (101), adosado al mismo por una chapa (152) con soldadura MIG con propiedades típicas de tracción de 750MPa por toda su superficie de contacto. Este refuerzo permite que la deformación en los arcos principales no supere los 32 mm de invasión en el área de supervivencia (Esto es relevante, la norma permite hasta los 150 mm, la evidencia se puede encontrar en los anexos del presente documento).

25

Finalmente el techo cuenta con 3 a 12 perfiles longitudinales (103) que cruzan los arcos desde el extremo trasero del autobús hasta su extremo frontal.

5

### **Cerchas laterales (3)**

Los laterales (3) izquierdo y derecho sostienen el techo (1) por los arcos principales (101) con las columnas intermedias (34), la columna anterior (30) y la columna posterior (35); para las columnas que estén unidas a los puentes se contara con un refuerzo en el nudo (36) y complemento del refuerzo del nudo en L (37), estos son elementos que permiten que los laterales no invadan el espacio de supervivencia del pasajero en caso de siniestros.

15

La estructura esta enrigidecida con una cercha (32) que corre entre el perfil longitudinal de soporte (31) y el pasamanos, este último sirve como base a los vidrios de las ventanas; finalmente como protector de las llantas se encuentra la estructura del aro rueda (4).

20

### **Estructura trasera (2) y estructura frontal (5)**

Estas estructuras si bien son funcionales, son los elementos que juegan con la estética del autobús, su diseño y estructura estará sujeta al gusto y necesidades del transportador.

25

## Piso de pasajeros (600)

5 Por último la estructura donde se dispondrá los pasajeros será el piso de pasajeros (600) consta de un par de vigas de refuerzos (602) montadas sobre las muescas que queda entre los soporte del piso (909) de cada puente; entre puente y puente se establecen unos perfiles que forman una serie de Z que darían soporte a la silletería y forman el callejón o zona de tránsito de los pasajeros. En la parte trasera del piso (600) se instala una estructura sobremotor (601).

10

## Materiales

El vehículo se compone de:

15

- Perfil de 60x40x4mm Strenx 700, (Acero de alta resistencia)
- Perfil de 80x40x4mm, strenx 700, (perfil de alta resistencia)
- Perfil 60x40x2,5mm ASTM A653
- Perfil 25x25x2mm ASTM A653
- Chapas de acero de 4,8mm, de 5,8mm y de 8mm de espesor en strenx 700, Aceros de alta resistencia
- 20 • Chapa de acero ASTM A653

## Ventajas comparativas

| Fabricación tradicional                                  | Fabricación de autoportantes                                                    |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| La mecánica del vehículo viene instalada en un bastidor. | La mecánica del vehículo se instala directamente en la estructura autoportante. |

| <b>Fabricación tradicional</b>                                                                                                                              | <b>Fabricación de autoportantes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| El chasis y la carrocería son conjuntos separados.                                                                                                          | Los componentes mecánicos y la carrocería forman un solo conjunto llamado monocasco o autoportante.                                                                                                                                                                                                                   |
| Dependencia total del proveedor del chasis.                                                                                                                 | La fabricación no depende del proveedor del chasis.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| La producción de la carrocería depende del ingreso del chasis a la planta de ensamble.                                                                      | La conformación del vehículo no requiere de chasis y se produce en un solo conjunto.                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tiempos muertos de producción por falta de oferta de chasis.                                                                                                | No existen tiempos muertos que generen pérdidas.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Las dimensiones y número de plazas están sujetas a la longitud y capacidad del chasis.                                                                      | La mecanización flexible y la inexistencia de bastidor permiten ofertar productos acordes a las necesidades del cliente. Ya que nuestro producto es de distancia variable entre ejes.                                                                                                                                 |
| No permite personalización del chasis debido a que la producción del ensamblador está regida por procesos homologados a nivel global en sus plantas.        | Por ser una producción local baja, la toma de decisiones en modificaciones se realiza directamente en el departamento de ingeniería de Autobuses AGA® en conjunto con los departamentos de ingeniería de los proveedores, haciendo más fácil, rápido y económico los cambios y ajustes a las necesidades del cliente. |
| No puede cambiar los tipos de motorizaciones.                                                                                                               | Debido a la amplia oferta de componentes mecánicos en el mercado mundial, se puede utilizar diferentes tipos de motorizaciones de acuerdo a las necesidades del cliente y de la capacidad de repuestos dependiendo de la región.                                                                                      |
| Motor Euro IV.<br><br>Suspensión delantera rígida.<br><br>Frenos de disco en el eje delantero.<br><br>No posee sistema ABS (Sistema antibloqueo de frenos). | Motor Euro V.<br><br>Suspensión delantera independiente.<br><br>Frenos de disco en eje delantero y eje trasero.<br><br>Sistema ABS.                                                                                                                                                                                   |

5 **Descripción de figuras:**

Figura No 1: Muestra toda la estructura autoportante de un autobús o autocar.

Figura No 2: Esta figura muestra solo los componentes de la subestructura (1000)

Figura No 3: Vista en perspectiva de la plataforma del conductor (200)

10 Figura No 4: Vistas del soporte del eje de dirección (300)

Figura No 5: Vista del soporte del eje de direccion (300), con el sistema de suspensión (500) y los ejes de dirección.

Figura No 6: Vista de la estructura de travesaños o maletero.

Figura No 7: Vista soporte eje de tracción (8)

15 Figura No 8: Vista soporte eje de tracción (8), con el eje de tracción (506).

Figura No 9: Vista soporte del motor (6)-

Figura No 10: Vista en perspectiva y lateral de la disposición de los puentes.

Figura No 11: Detalles de los puentes.

Figura No 12: Detalle del puente 4 o 5 (903) (904).

20 Figura No 13: Vista en perspectiva de la superestructura (2000).

Figura No 14: Detalle de los componentes del techo (1)

Figura No 15: Detalle cercha lateral (3)

Figura No 16: Detalle unión piso de pasajeros (600) – laterales (3) mediante nudos.

Figura No 17: Vista superior del piso de pasajeros

Figura No 18: Demarcación del espacio de supervivencia

Figura No 18: Simulación de volcamiento

Figura No 20: Resultados de la prueba de volcamiento

*Figura No. 1*

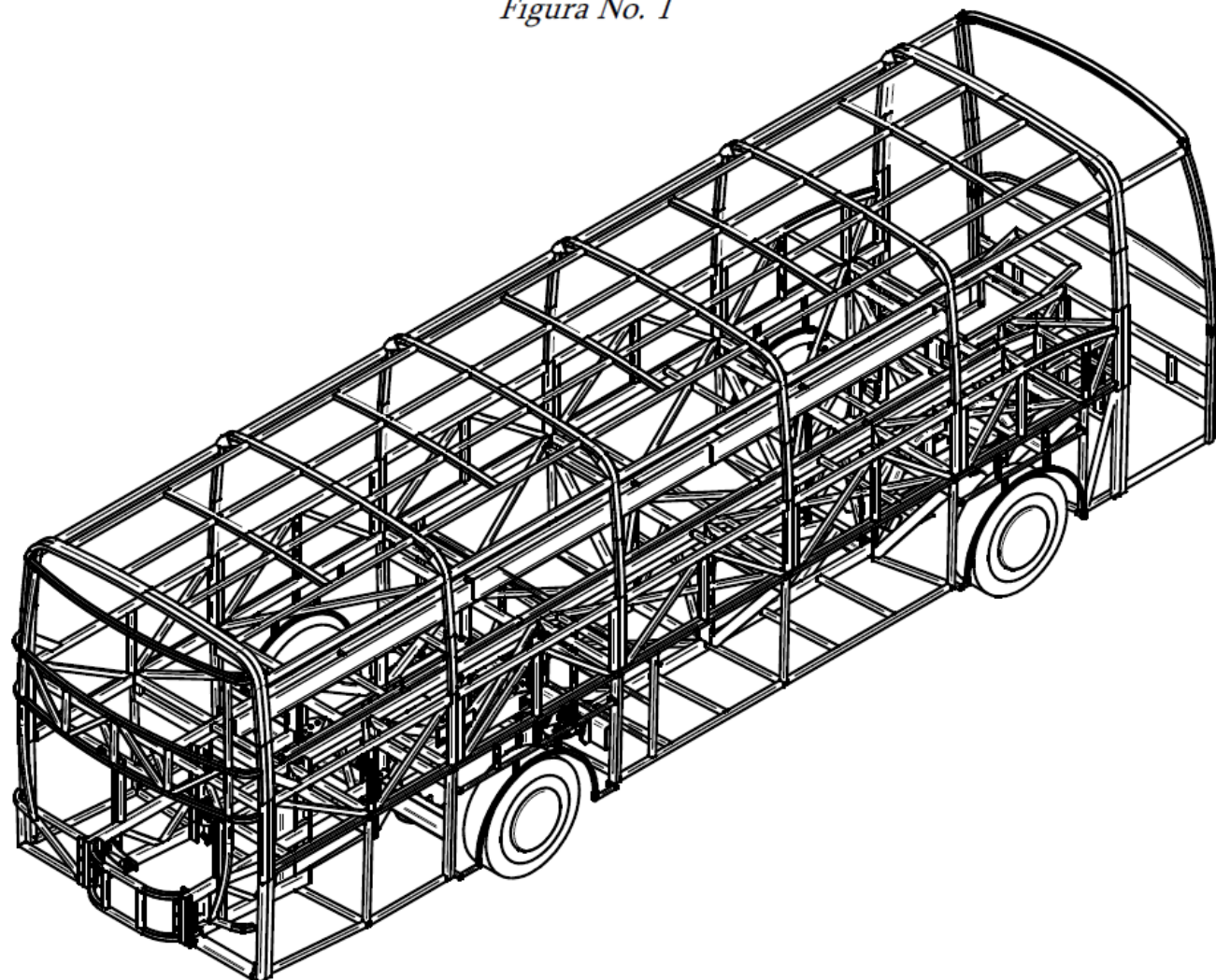


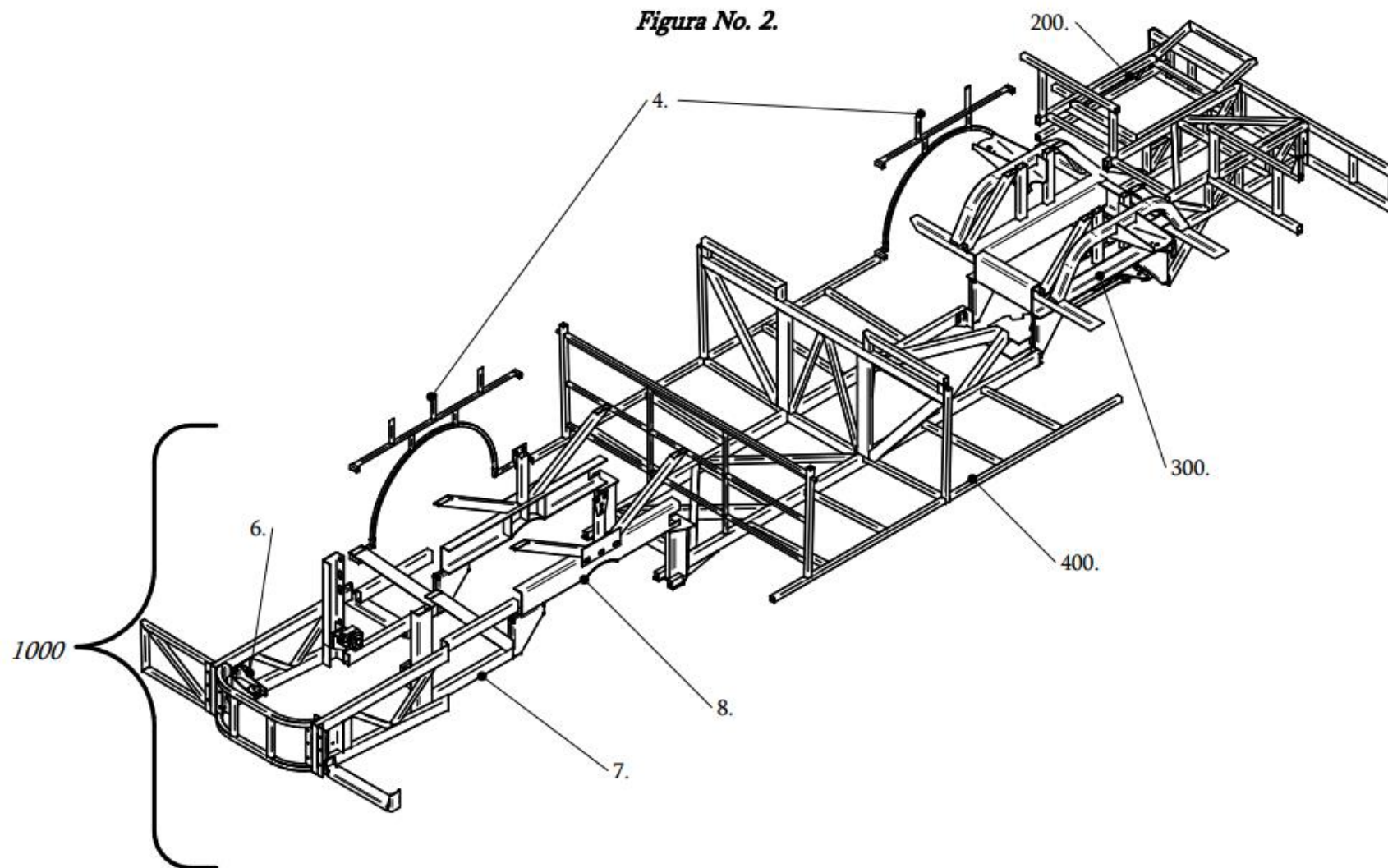
*Figura No. 2.*

*Figura No. 3.*

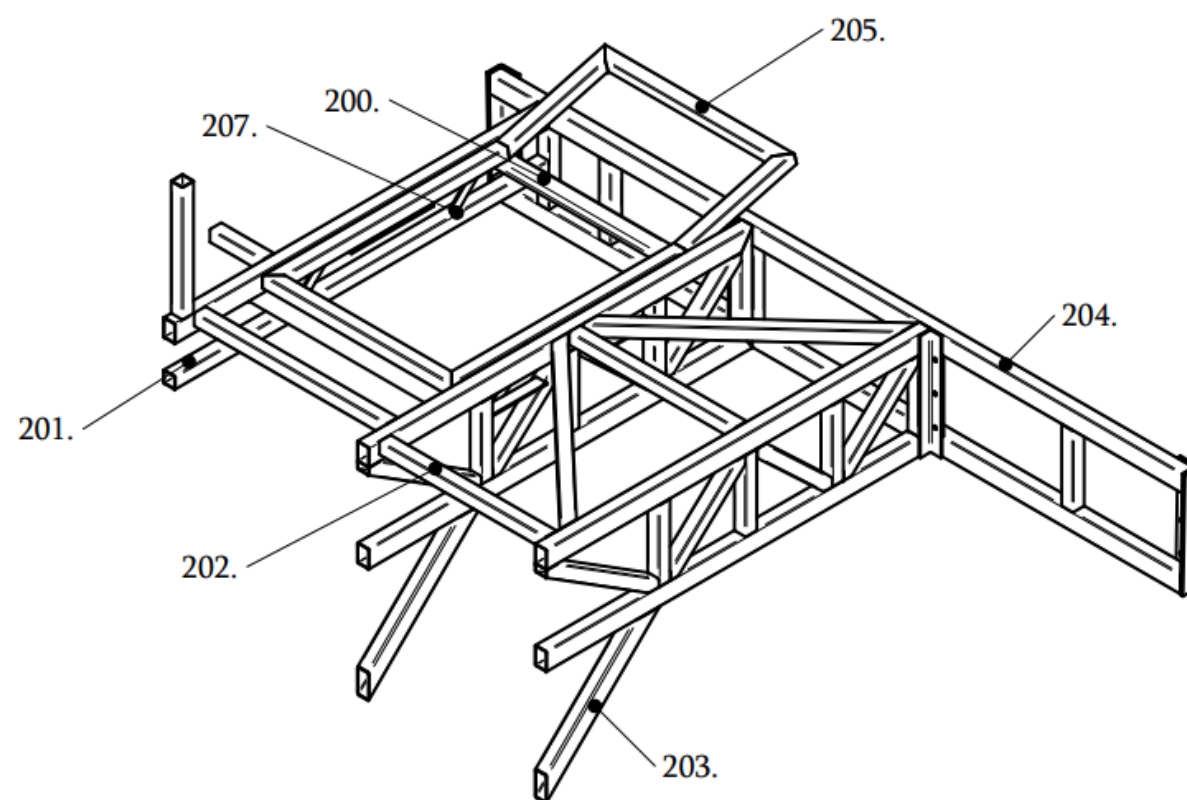


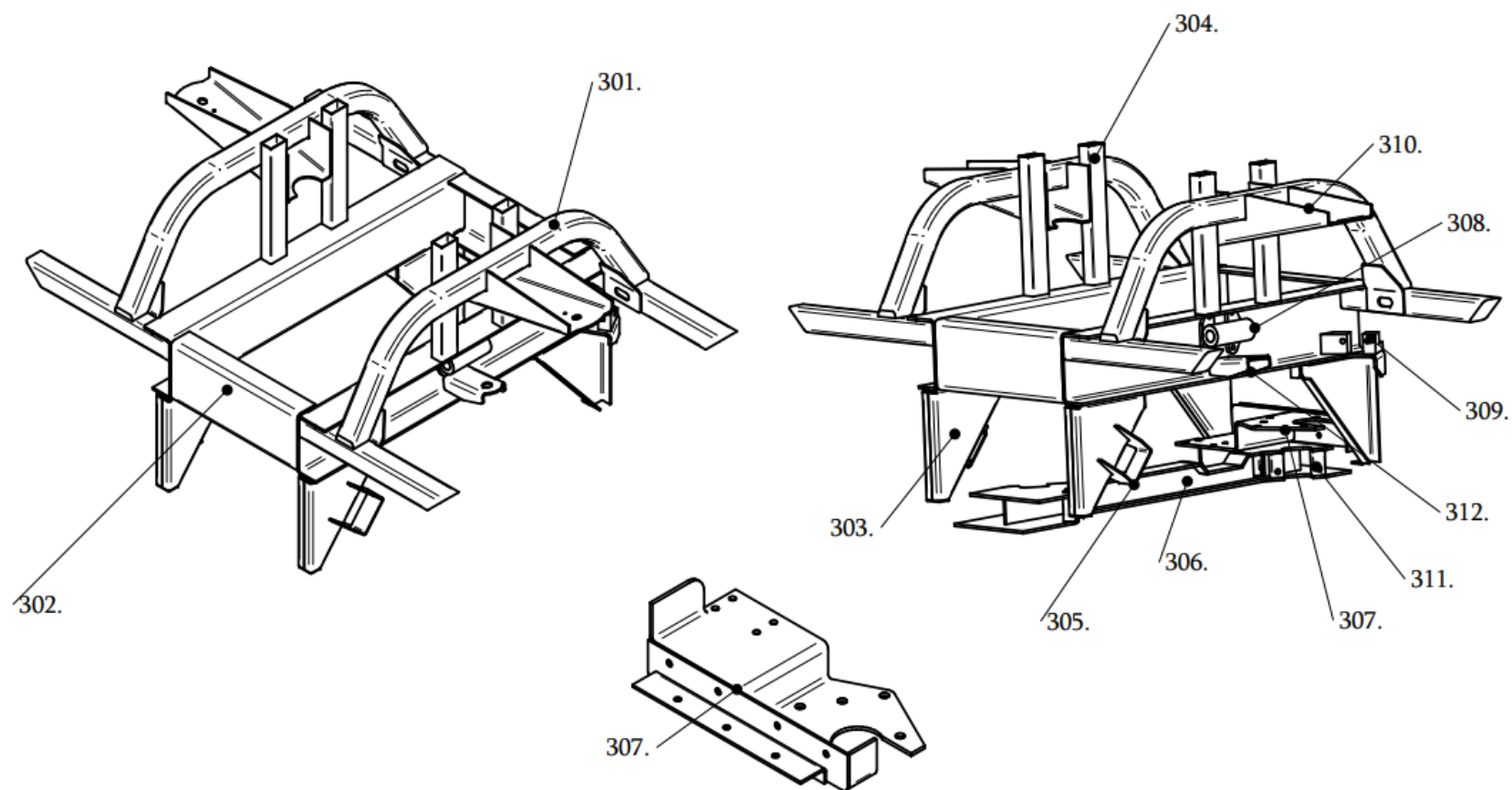
*Figura No. 4*

*Figura No. 5.*

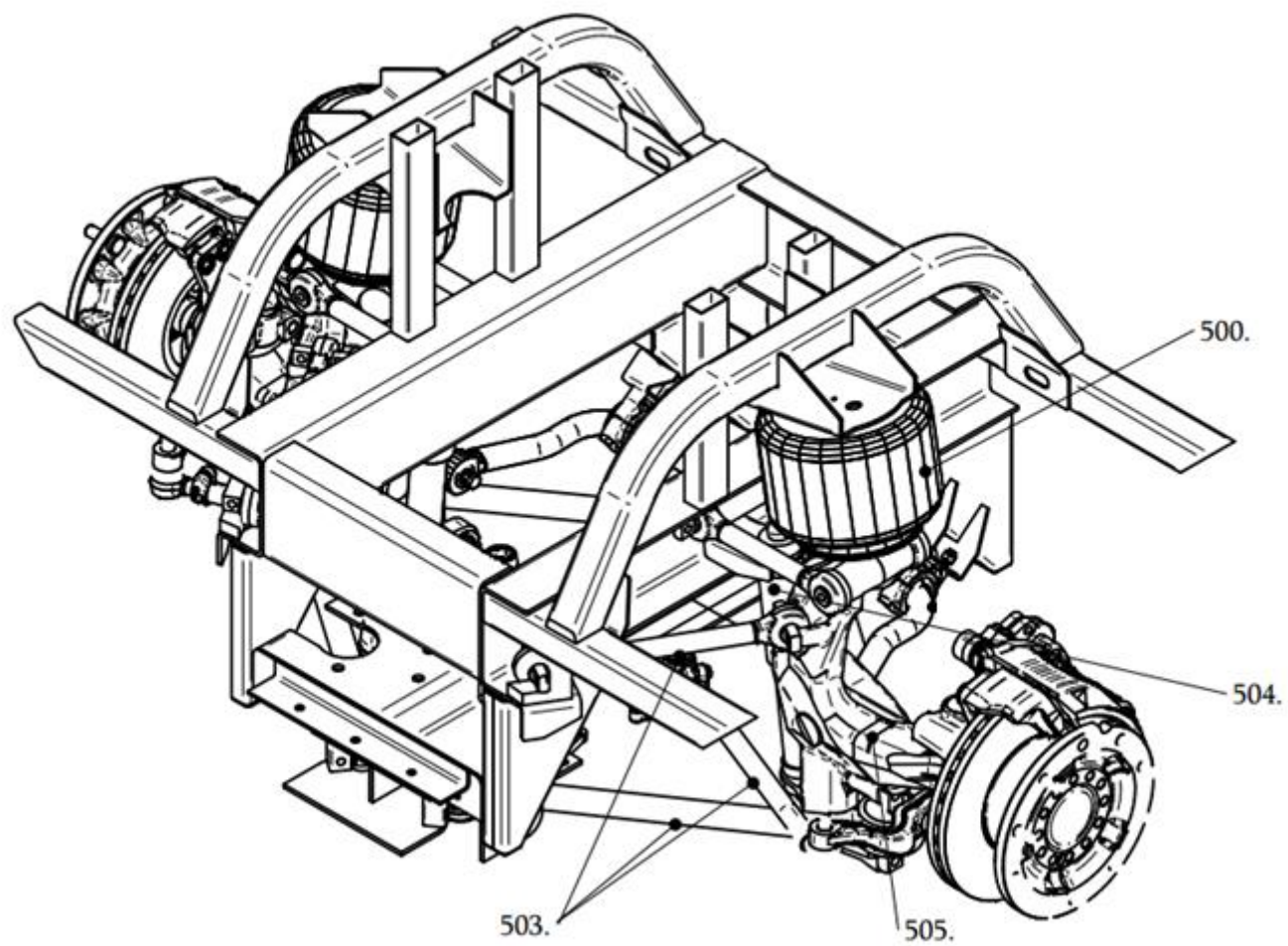


*Figura No. 6.*

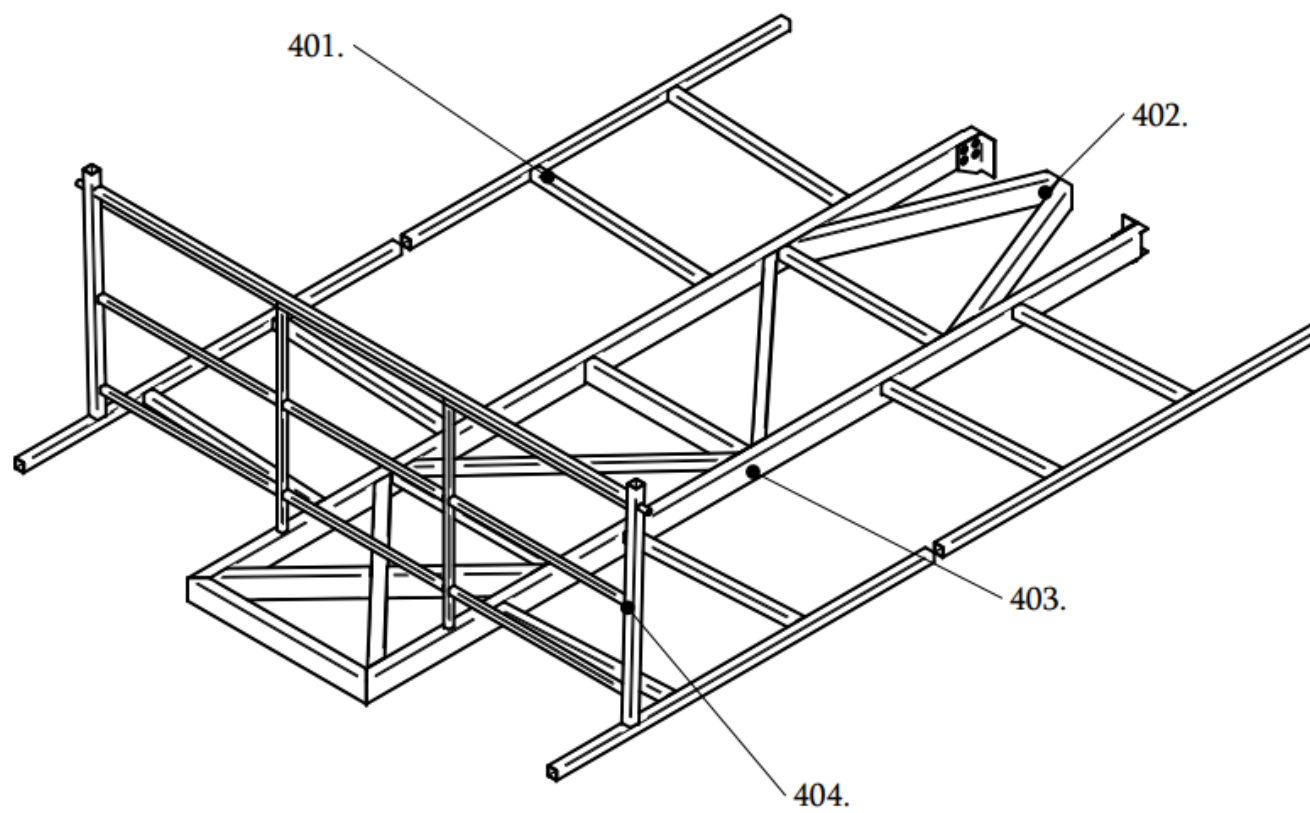


*Figura No. 7.*

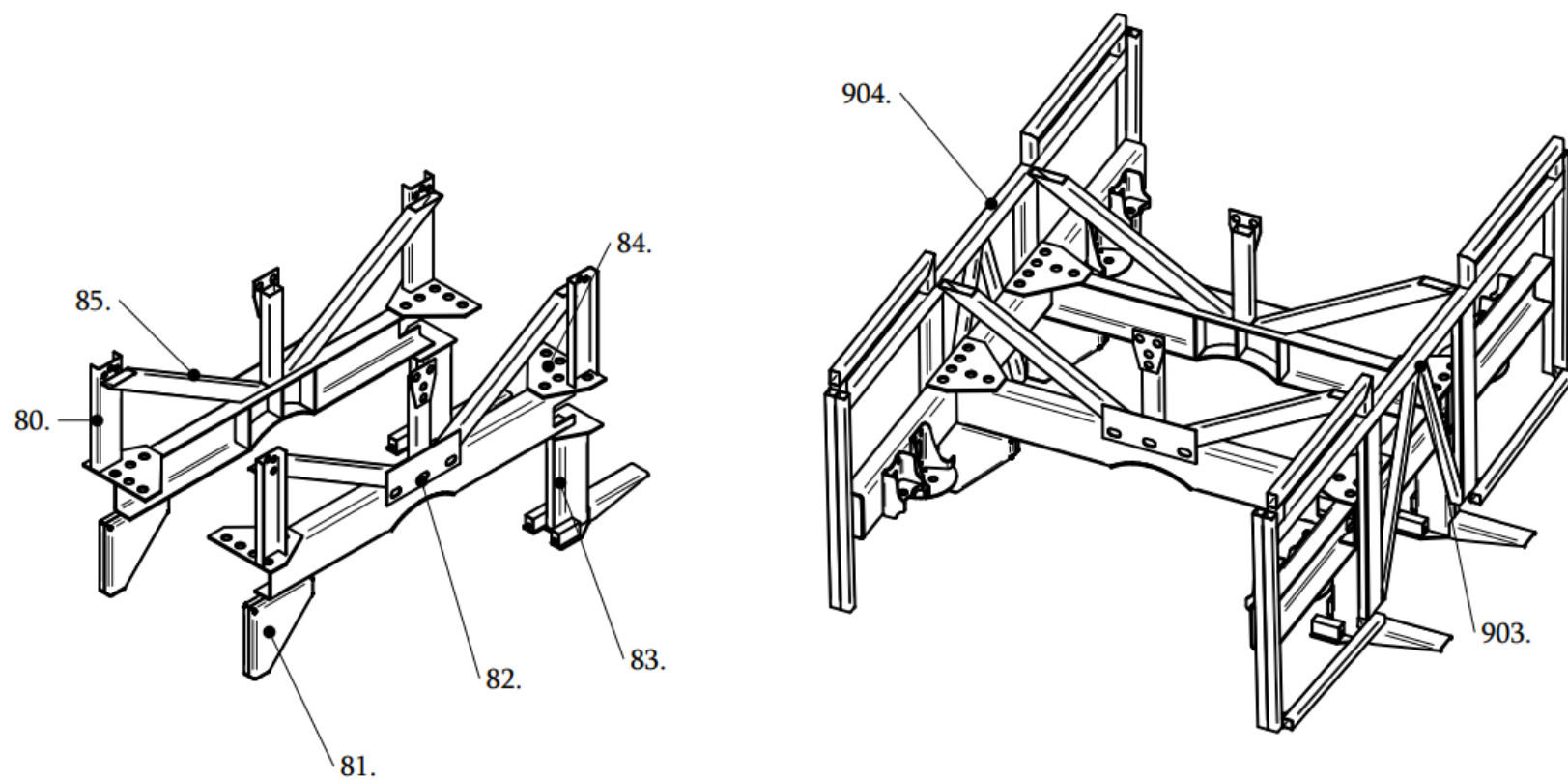


*Figura No. 8.*

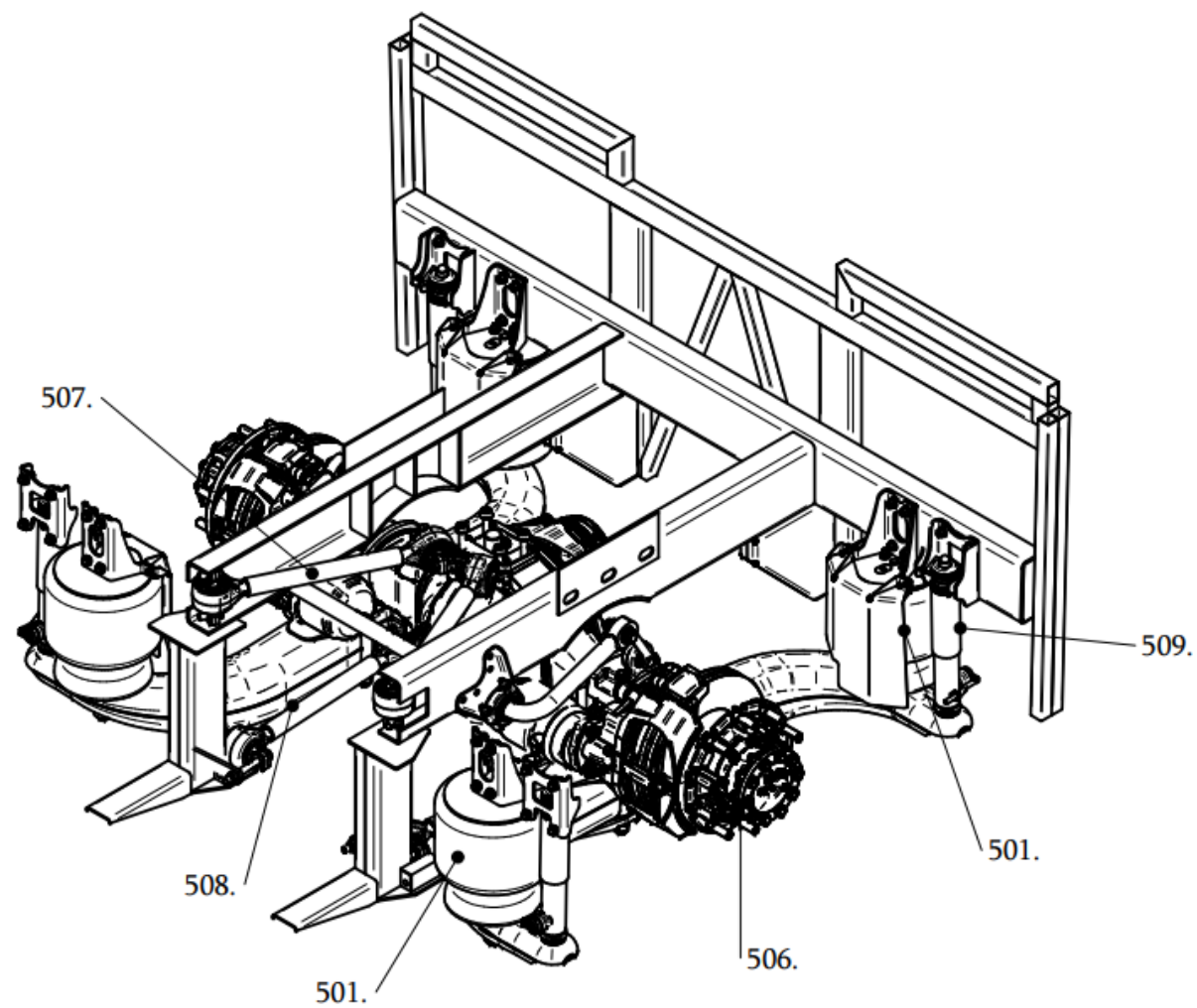


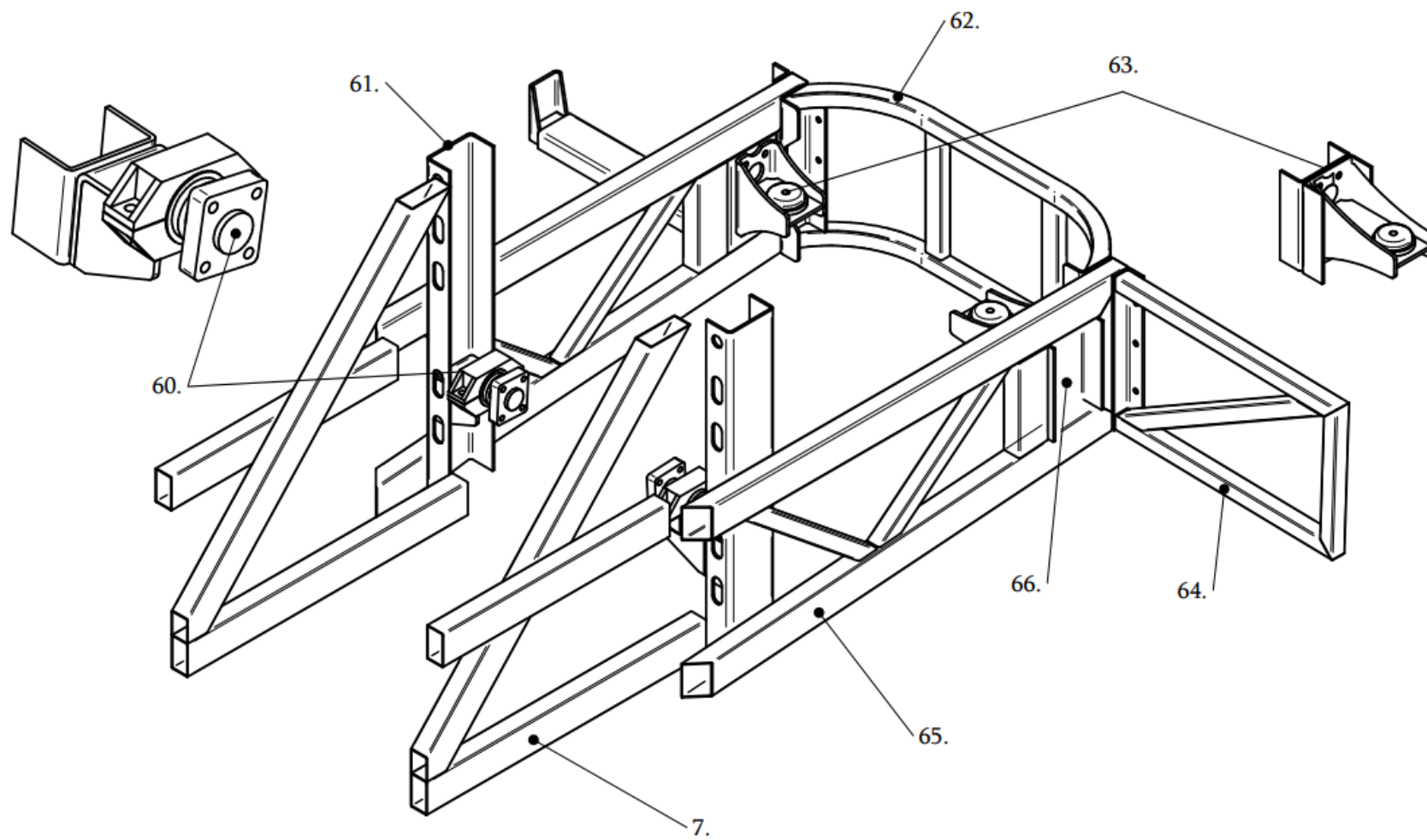
*Figura No. 9.*

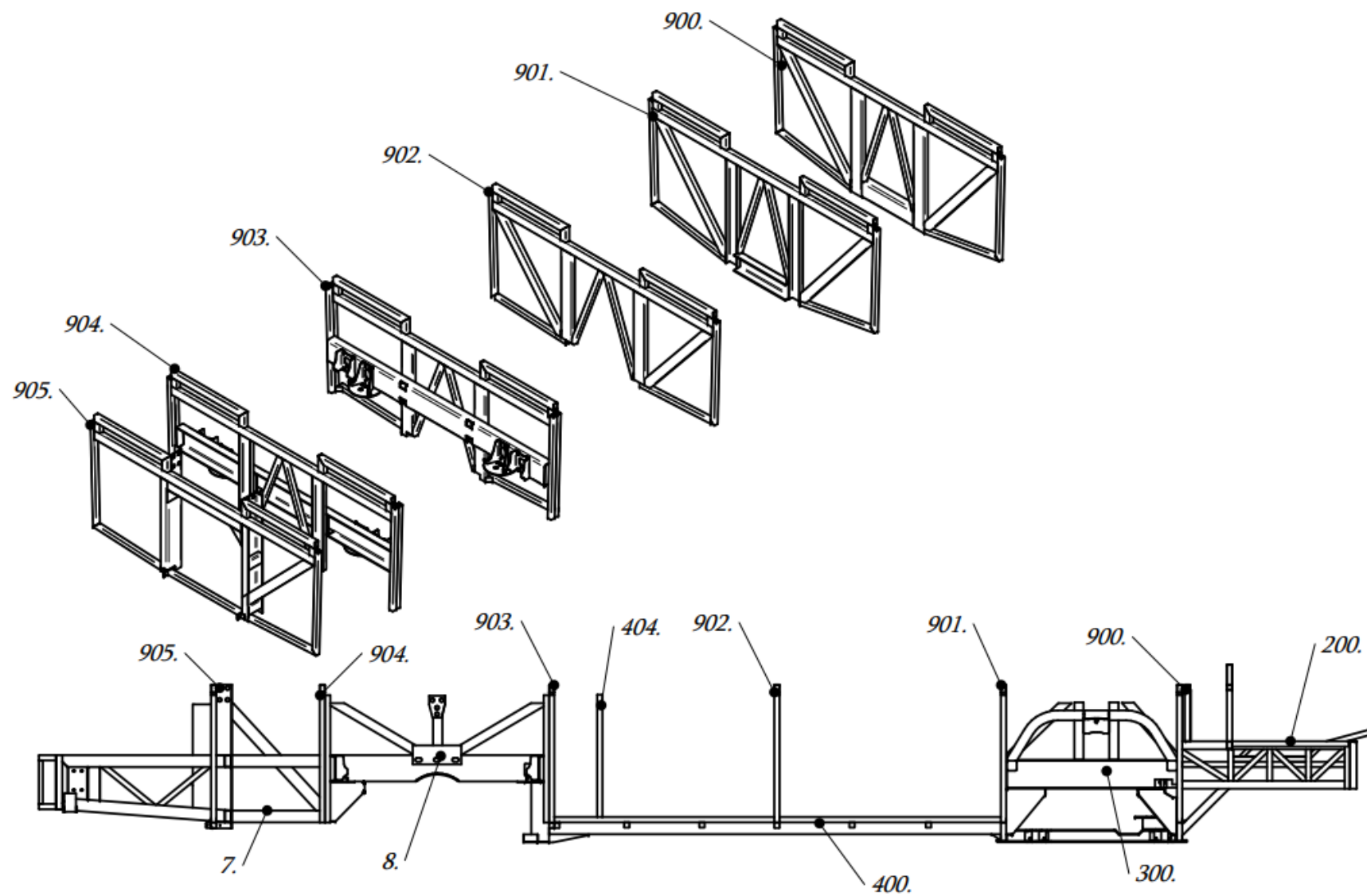
*Figura No. 10.*

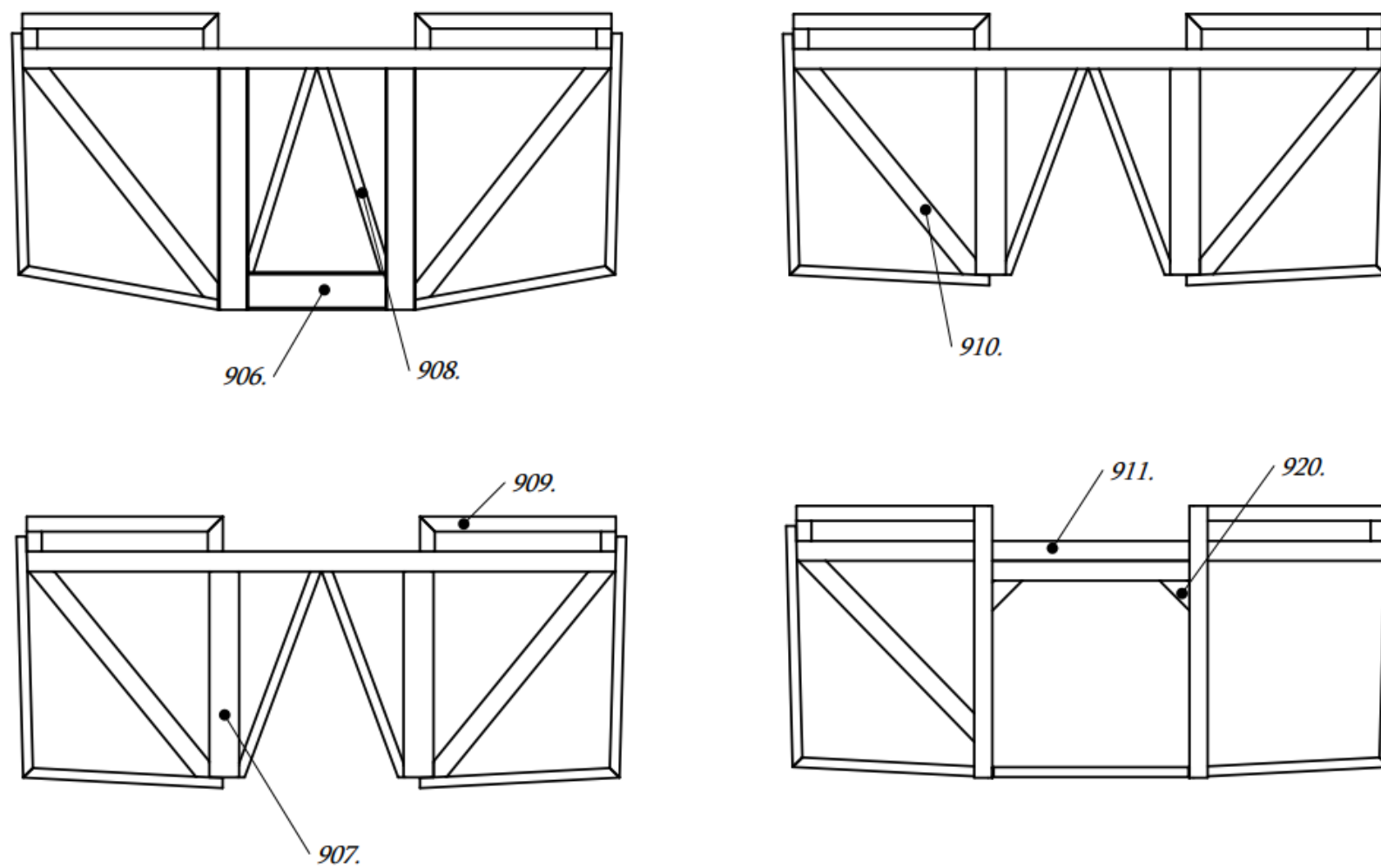
*Figura No. 11.*

*Figura No. 12.*

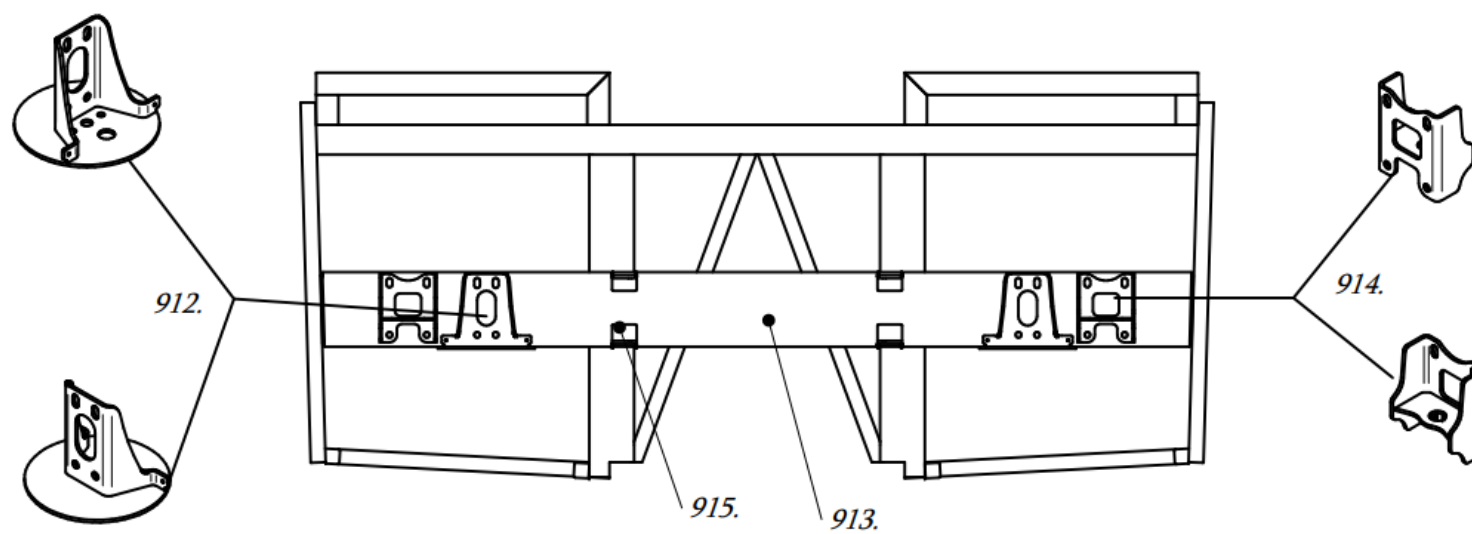


*Figura No. 13.*

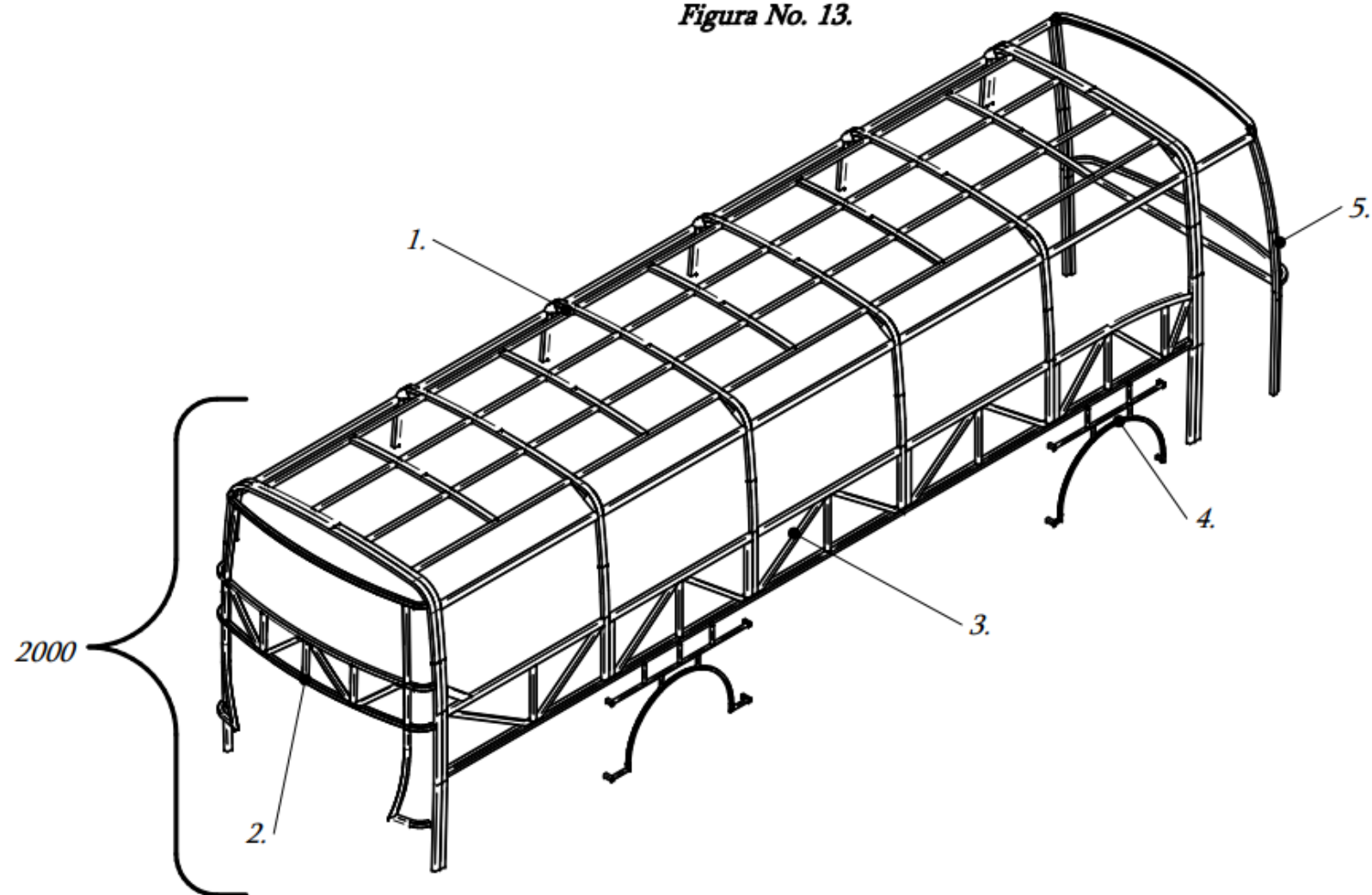


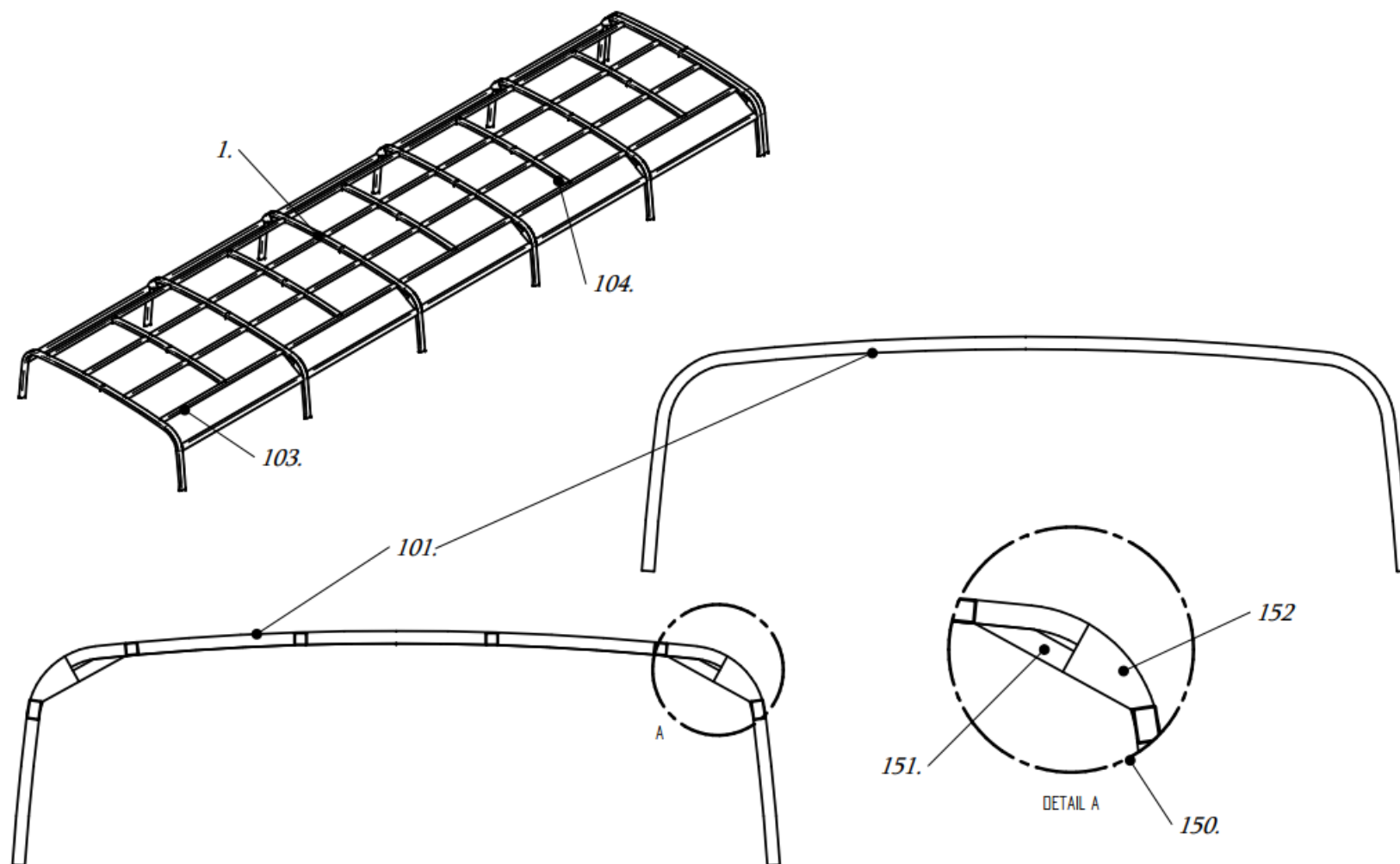
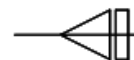
*Figura No. 14.*

*Figura No. 15.*

—  *Parte frontal*

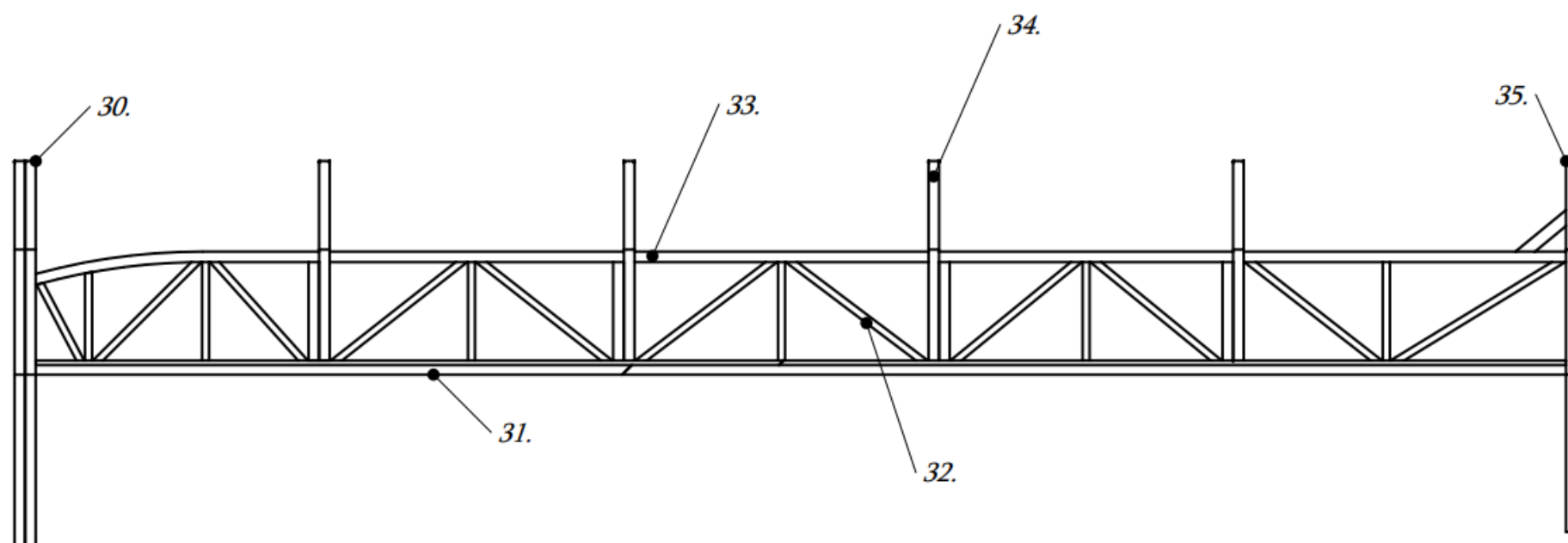


*Figura No. 16.*

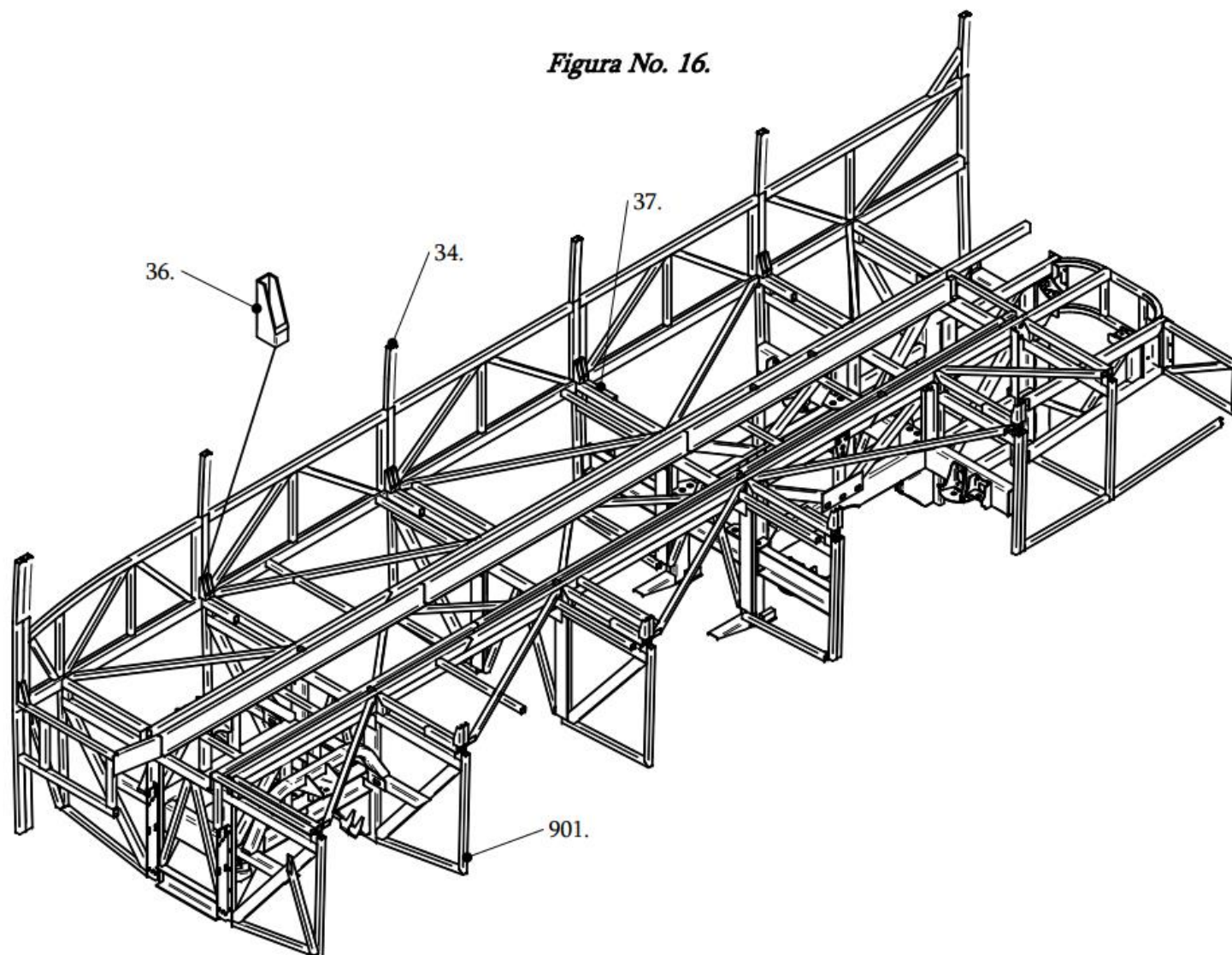


*Figura No. 17*

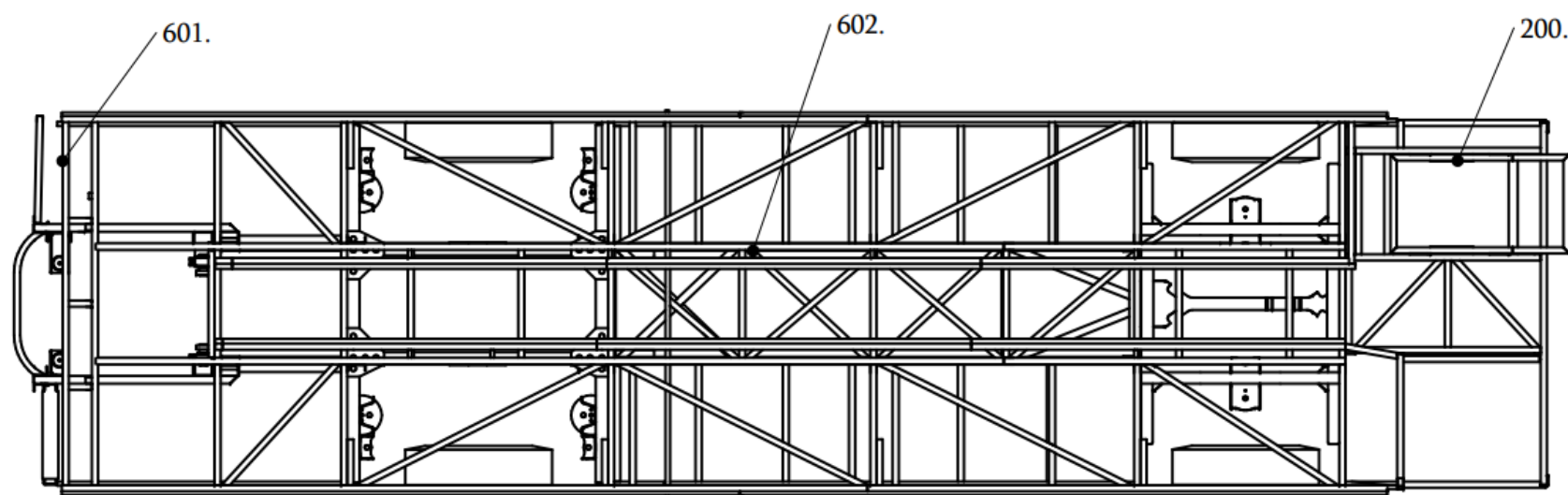


Figura No 18

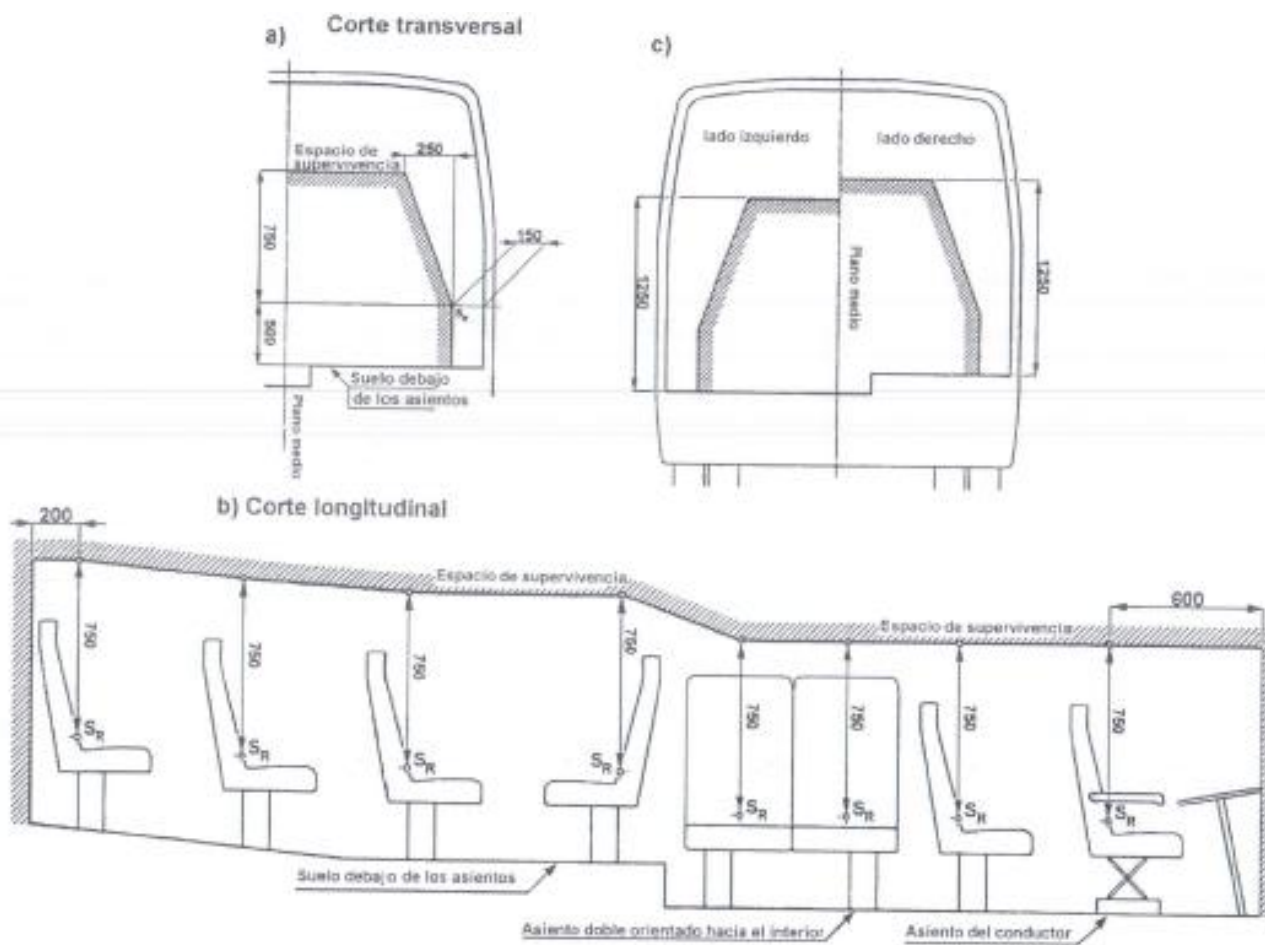


Figura No 19

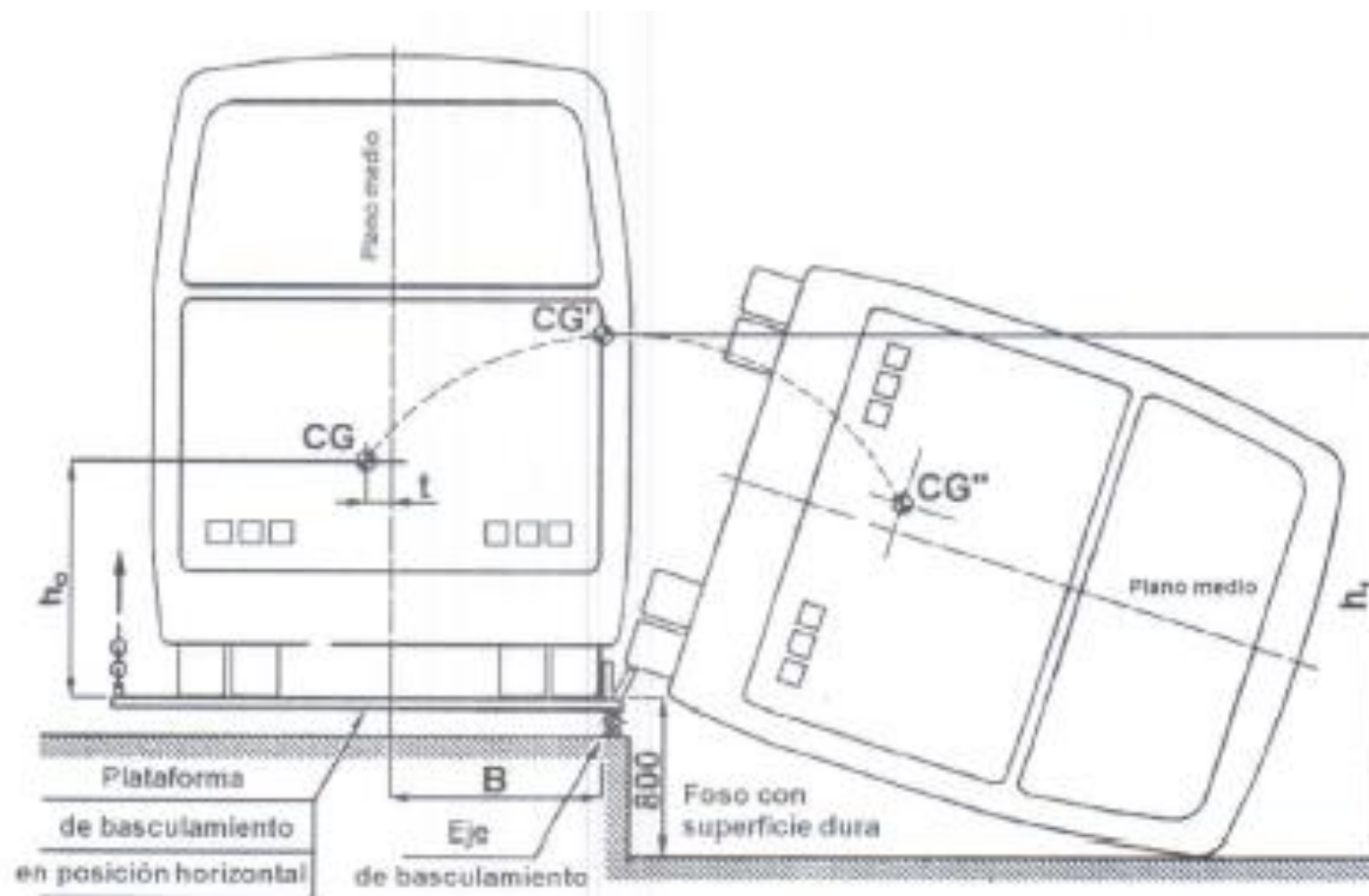


Figura No 20

- Resultados:

| ESTRUCTURA | DISTANCIA AL ESPACIO DE SUPERVIVENCIA (mm) |        |        |        |        |
|------------|--------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|            | ARCO_A                                     | ARCO_B | ARCO_C | ARCO_D | ARCO_E |
| ESTATUS_07 | ✓ 32                                       | ✓ 27   | ✓ 21   | ✓ 28   | ✓ 21   |

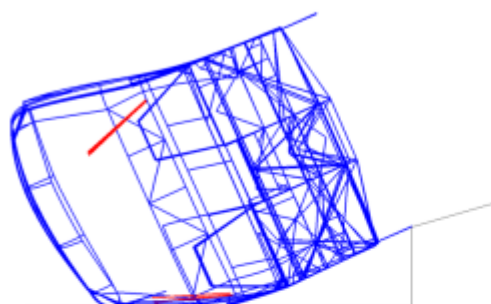
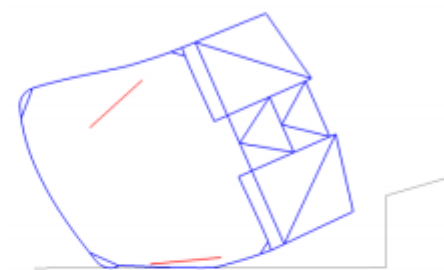
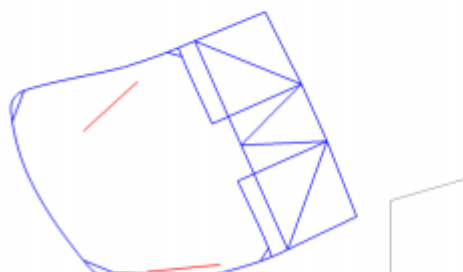
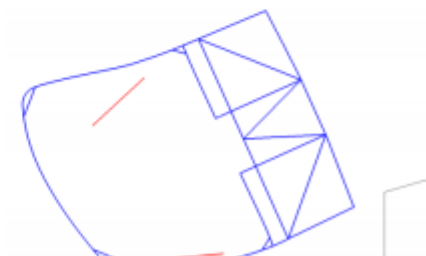


Fig. Deformación máxima del vehículo

Fig. Deformación máxima del arco A  
32mm, **NO intrusión**, a los 0.141 s.Fig. Deformación máxima del arco B  
27mm, **NO intrusión** a los 0.130 s.Fig. Deformación máxima del arco C  
21 mm, **NO intrusión** a los 0.131 sFig. Deformación máxima del arco D  
28 mm, **NO intrusión** a los 0.129 s.Fig. Deformación máxima del arco E  
10.6 mm, **NO intrusión** a los 0.125 s.