



INFORME TÉCNICO DE DICTÁMENES PERICIALES



CESVI COLOMBIA
Centro de Experimentación y Seguridad Vial Colombia

Solicitante:
**GERMAN ANDRÉS OSORIO
SALAZAR**

Bogotá D.C. mayo de 2024
Consecutivo Interno:6933

ALCANCE DE LA SOLICITUD

Teniendo en cuenta los servicios de peritación ofrecidos por **CESVI COLOMBIA S.A**, el Sr. **GERMAN ANDRÉS OSORIO SALAZAR**, solicitó el siguiente dictamen pericial:

Alcance de la Solicitud

DICTAMEN PERICIAL Y CONTRADICCION DE DICTAMEN PERICIAL REALIZADO POR LOS DEMANDADOS

Nota: fiel copia de la solicitud.

Delimitación Cesvi

CONCEPTO TÉCNICO SOBRE LA POSIBLE CAUSA DE LA RUPTURA DE LOS ESPÁRRAGOS DE FIJACIÓN DE LA RUEDA DEL SEMIRREMOLQUE

- Caracterización semirremolque
- Caracterización del ensamble del eje y unión con los espárragos
- Posibles causas e hipótesis

Nota: fiel copia de la delimitación.

1. DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO/SEMI-REMOLQUE

ÁREA	MECÁNICA
MARCA	UTILITY TRAILER MANUFACTURING COMPANY
MODELO	CAJA SECA 48 PIES
PLACA	R21011
EJES	2
VIN	1UYVS2487PU034923
AÑO	1995

Tabla No.1 Identificación del vehículo.





Imágenes No. 1 - 4 Identificación del vehículo.

2. INSPECCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO

La verificación del vehículo anteriormente identificado se realiza de manera visual a través de material fotográfico limitado, dadas las condiciones y tiempo posterior al evento, fotografías de las cuales no se puede certificar su autenticidad. Sin embargo, se observaron los siguientes aspectos:

2.1. Caracterización del vehículo

El semirremolque objeto de estudio es un vehículo de carga diseñado para el transporte de mercancías en largas distancias por carretera. Su estructura principal consta de un chasis robusto fabricado en acero de alta resistencia, el cual soporta la carga útil y proporciona la plataforma para la instalación de los ejes, la suspensión y otros componentes.

2.1.1. Características Constructivas

- Chasis: El chasis del semirremolque está diseñado para resistir cargas estáticas y dinámicas, así como los esfuerzos torsionales generados durante la operación. Se

construye mediante soldadura de secciones de acero laminado, garantizando una alta resistencia estructural.

- **Ejes:** El vehículo cuenta con dos ejes ubicados en la parte trasera, los cuales son responsables de soportar y distribuir el peso de la carga. Estos ejes están fabricados en acero de aleación especial y están equipados con sistemas de frenado hidráulico para garantizar un control adecuado durante la marcha.
- **Suspensión de Ballesta:** La suspensión de ballesta es un sistema tradicional que utiliza hojas de acero flexibles (ballestas) para absorber y amortiguar las irregularidades del terreno. En este diseño, las ballestas están montadas longitudinalmente a lo largo del chasis y conectadas a los ejes mediante pernos y abrazaderas.

2.1.2. Funcionamiento de la Suspensión de Ballesta

Durante el funcionamiento en marcha del semirremolque, la suspensión de ballesta juega un papel crucial en la estabilidad y comodidad del vehículo. Esta suspensión, basada en un diseño mecánico probado a lo largo del tiempo, se compone de una serie de hojas de acero laminado dispuestas longitudinalmente a lo largo del chasis del semirremolque. Estas hojas, conocidas como ballestas, están conectadas a los ejes mediante pernos y abrazaderas, formando así un sistema robusto y flexible capaz de absorber las fuerzas verticales generadas por el peso de la carga y las irregularidades del terreno.

Cuando el semirremolque se desplaza por la carretera, las ballestas actúan como resortes, comprimiéndose y flexionándose en respuesta a las fuerzas dinámicas que actúan sobre el vehículo. En el caso de que el vehículo encuentre baches, desniveles u otras deformidades en la superficie del camino, estas ballestas se flexionan aún más para absorber la energía cinética generada por el impacto. Este proceso de flexión de las ballestas permite que el semirremolque se adapte de manera efectiva a las condiciones cambiantes del terreno, manteniendo así una

trayectoria estable y minimizando las vibraciones transmitidas a la carrocería. Además, la flexibilidad inherente de las ballestas permite una distribución más uniforme del peso de la carga sobre los ejes, lo que ayuda a prevenir el sobrecalentamiento de los neumáticos y el desgaste prematuro de los componentes de la suspensión. Esto es especialmente importante en este tipo de aplicaciones de transporte de carga pesada, donde una distribución equilibrada del peso es fundamental para garantizar la estabilidad y seguridad del vehículo en todo momento.¹



Imagen No. 5 Vehículo involucrado en el siniestro

¹ Vehicle Suspension Systems Handbook, 2nd Edition. Allan Staniforth. 2001. Truck and Trailer Systems. Mike Bishop. 2015.

2.2. Caracterización del sistema de ejes y espárragos

En el contexto del tipo de semirremolque en cuestión, caracterizado por su configuración de suspensión mecánica y frenos de tambor, se hace imperativo realizar un análisis detallado del sistema de eje empleado. A partir del material fotográfico proporcionado, se identifica la presencia de un eje rígido con dichas especificaciones técnicas. Este informe se centrará en examinar las características, funcionamiento y posibles variantes del sistema de eje en el contexto de aplicaciones de transporte de carga.

2.2.1. Características del Sistema de Eje

- **Eje Rígido:** El sistema de eje del semirremolque en consideración se presenta como un diseño de eje rígido, lo que implica que los dos ejes del semirremolque están conectados de manera directa a través de un elemento sólido, proporcionando así una mayor estabilidad y resistencia estructural. Esta configuración es común en aplicaciones de carga pesada, donde se requiere una capacidad de carga elevada y una mayor durabilidad del sistema.
- **Suspensión Mecánica:** El sistema de suspensión empleado en este semirremolque es de tipo mecánico, lo que significa que utiliza componentes físicos, como ballestas o resortes, para absorber y amortiguar las fuerzas generadas durante la marcha. Esta configuración es conocida por su simplicidad y robustez, siendo especialmente adecuada para aplicaciones en entornos exigentes donde se requiere una alta resistencia y fiabilidad.
- **Frenos de Tambor:** Los frenos instalados en el sistema de eje del semirremolque son del tipo de tambor, lo que implica que el mecanismo de frenado se activa mediante la expansión de zapatas contra la superficie interior de un tambor giratorio. Aunque los frenos de tambor son menos eficientes en la disipación de calor en comparación con los

frenos de disco, son ampliamente utilizados en aplicaciones de transporte de carga debido a su bajo costo y facilidad de mantenimiento.

2.2.2. Funcionamiento del Sistema de Eje

Durante la operación del semirremolque, el sistema de eje desempeña un papel crucial en la distribución del peso de la carga y en la estabilidad del vehículo. Al estar conectados de manera rígida, los ejes transmiten las fuerzas generadas por la carga directamente al chasis del semirremolque, asegurando así una distribución uniforme del peso y una mayor resistencia estructural.

- La suspensión mecánica, por su parte, actúa como un amortiguador de choque, absorbiendo las vibraciones y las irregularidades del terreno para proporcionar una conducción más suave y confortable. A través de la flexión de las ballestas o resortes, el sistema de suspensión reduce las fuerzas transmitidas a la carrocería del semirremolque, mejorando así la estabilidad y la seguridad durante la marcha.
- En cuanto al sistema de frenos de tambor, su funcionamiento se basa en la aplicación de presión hidráulica sobre las zapatas, las cuales se expanden contra la superficie interior del tambor para generar fricción y así disminuir la velocidad del semirremolque. Aunque los frenos de tambor pueden presentar una menor capacidad de disipación de calor en comparación con otros tipos de frenos, su diseño simple y su bajo costo los hacen una opción popular en aplicaciones de transporte de carga.

2.2.3. Variantes del Sistema de Eje

En relación con la especificación mencionada sobre la imposibilidad de establecer el extremo de eje (convencional o integral sin separador), es importante destacar que el diseño del sistema de eje puede variar según las necesidades y especificaciones del fabricante del

semirremolque. Mientras que los ejes convencionales suelen estar compuestos por elementos separados, como ejes tubulares y espaciadores, los ejes integrales sin separador presentan una estructura monobloque que integra todos los componentes en una sola pieza, ofreciendo así una mayor resistencia y rigidez estructural.



Imagen No. 6 Eje de referencia de acuerdo con fotografía del vehículo

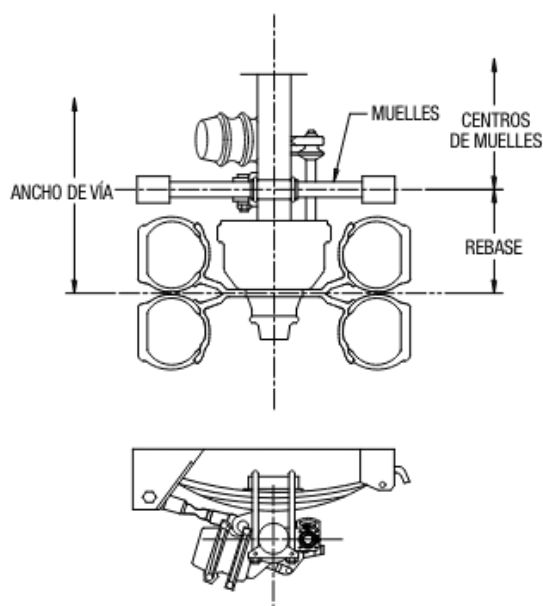


Imagen No. 7 Montaje suspensión rígida o ballestas

La fijación de una rueda o llanta sobre un buje o tambor es un procedimiento crítico que demanda una atención meticulosa para asegurar un rendimiento óptimo y, sobre todo, la máxima seguridad. La integridad y estabilidad de esta conexión son fundamentales para el funcionamiento seguro y eficiente del vehículo, especialmente en aplicaciones de transporte de carga pesada.

La correcta fijación de la rueda o llanta sobre el buje o tambor implica varios aspectos clave que deben ser considerados:

- **Limpieza y Preparación:** Antes de montar la rueda o llanta, es esencial asegurarse de que tanto la superficie del buje o tambor como los elementos de fijación estén limpios y libres de suciedad, grasa o cualquier otro contaminante. Cualquier residuo presente podría comprometer la integridad de la conexión y afectar negativamente la seguridad.
- **Inspección de Componentes:** Se debe realizar una inspección minuciosa de todos los componentes involucrados, incluyendo el buje o tambor, los pernos de fijación, las tuercas y cualquier otro elemento de sujeción. Es importante verificar que no haya daños, deformaciones o desgaste excesivo que puedan afectar la capacidad de sujeción y estabilidad de la conexión.
- **Apriete Correcto:** El apriete adecuado de los pernos de fijación es crucial para garantizar una conexión segura y estable. Se debe seguir el procedimiento especificado por el fabricante del vehículo, utilizando la herramienta de apriete adecuada y respetando el torque recomendado. Un apriete insuficiente puede provocar aflojamientos y vibraciones, mientras que un apriete excesivo puede dañar los componentes y comprometer la integridad de la conexión.
- **Secuencia de Apriete:** En el caso de vehículos con múltiples pernos de fijación, es importante seguir una secuencia de apriete adecuada para distribuir uniformemente la

carga y evitar tensiones desiguales. Esta secuencia suele seguir un patrón específico, como el patrón de estrella o cruz, para garantizar una distribución uniforme del torque.

- **Verificación Posterior:** Después de apretar los pernos de fijación, se debe realizar una verificación final para asegurarse de que todos los elementos estén correctamente instalados y apretados. Esto puede incluir una inspección visual de la conexión y la verificación del torque de apriete con una herramienta de medición adecuada.

Es fundamental comprender que tanto un exceso como una falta de apriete adecuado pueden acarrear consecuencias adversas en el sistema de fijación de la rueda sobre el buje o tambor de un vehículo. En este sentido, es crucial destacar que un exceso de apriete puede resultar igualmente perjudicial que una falta, ya que puede ocasionar deformaciones y/o rotura tanto en la rueda como en los pernos y tuercas utilizados en el proceso de sujeción.

- **Deformaciones en la Rueda:** Un exceso de torque al apretar los pernos puede generar una presión desigual sobre la superficie de contacto entre la rueda y el tambor o buje. Esta presión desproporcionada puede ocasionar deformaciones en la rueda, especialmente en la zona de montaje, donde la fuerza se concentra. Estas deformaciones pueden comprometer la integridad estructural de la rueda y afectar su rendimiento y durabilidad.
- **Rotura de Pernos y Tuercas:** El sobreapriete puede provocar la deformación o incluso la rotura de los pernos y tuercas utilizados en la sujeción de la rueda al buje o tambor. La aplicación de un torque excesivo puede superar la capacidad de carga de estos elementos de fijación, lo que resulta en una conexión insegura y propensa a fallos. Esto puede ser especialmente crítico en aplicaciones de alta exigencia, como el transporte de carga pesada.

- **Inestabilidad y Vibraciones:** Las tuercas sueltas permiten que la rueda tenga movimiento lateral, lo que puede causar vibraciones durante la marcha. Estas vibraciones no solo afectan el confort del conductor y los ocupantes, sino que también pueden provocar un desgaste prematuro de los componentes de suspensión y dirección del camión.
- **Desgaste Irregular de Neumáticos:** La falta de apriete adecuado puede causar un desgaste irregular de los neumáticos. Las tuercas sueltas pueden provocar un desalineamiento de la rueda, lo que resulta en un desgaste desigual de la banda de rodadura y una reducción en la vida útil de los neumáticos.
- **Riesgo de Pérdida de Rueda:** Si las tuercas están lo suficientemente flojas, existe el riesgo de que la rueda se desprenda completamente del camión mientras está en movimiento. Esta situación representa un peligro grave para la seguridad del conductor, los ocupantes y otros usuarios de la vía.
- **Daños en Componentes:** La falta de apriete adecuado puede causar daños en los componentes del sistema de frenado, como los discos y tambores de freno. Si la rueda está suelta, puede moverse de manera irregular durante la frenada, lo que puede generar un desgaste excesivo e incluso daños en estos componentes críticos.

Es de tener en cuenta que al aplicar una fuerza excesiva al apretar un tornillo puede tener consecuencias negativas, que van desde el estiramiento del tornillo hasta la rotura de la cabeza del mismo. Estos problemas pueden surgir debido a una aplicación incorrecta de la fuerza durante el proceso de apriete, y es importante comprender las implicaciones técnicas de cada uno de estos escenarios:

- **Estiramiento del Tornillo:** Cuando se aplica una fuerza excesiva al apretar un tornillo, especialmente si este es de material blando o de baja resistencia, existe el riesgo de que el tornillo se estire más allá de su límite elástico. Esto puede resultar en una pérdida

de la fuerza de sujeción y en una conexión menos segura entre las piezas ensambladas. Además, el estiramiento excesivo del tornillo puede hacer que sea difícil o imposible retirarlo posteriormente sin dañar las roscas.

- **Desprender un Tornillo:** Si se aplica una fuerza excesiva al apretar un tornillo, especialmente si este está mal alineado o si las roscas están dañadas, existe el riesgo de que el tornillo se desprenda de la pieza en la que está roscado. Esto puede deberse a una combinación de fuerza axial y fuerza de torsión que supera la capacidad de sujeción del tornillo. El resultado puede ser la pérdida de la fijación entre las piezas y, en algunos casos, daños adicionales a la superficie de montaje.
- **Rotura de la Cabeza del Tornillo:** Aplicar una fuerza excesiva al apretar un tornillo también puede provocar la rotura de la cabeza del mismo. Esto puede ocurrir si la fuerza aplicada supera la resistencia de la cabeza del tornillo, especialmente si esta es de un material más frágil que el cuerpo del tornillo. La rotura de la cabeza del tornillo puede hacer que sea difícil o imposible retirarlo sin recurrir a métodos de extracción especializados, lo que puede resultar en retrasos y costos adicionales en el proceso de reparación o montaje.

Cuando se realiza un apriete menor al recomendado en la fijación de un perno, especialmente en el contexto de la conexión entre el rin y el tambor de un vehículo, pueden surgir problemas significativos que afectan la integridad estructural y la seguridad del conjunto. Entre las posibles consecuencias de un apriete insuficiente, se encuentra el desgaste prematuro del cuerpo externo del perno, que puede provocar una serie de problemas adicionales:

- **Desajuste del Rin al Tambor:** Un apriete insuficiente puede causar un desajuste entre el rin y el tambor, lo que resulta en una conexión suelta y propensa a movimientos indeseados durante la operación del vehículo. Esta holgura puede generar golpes y

vibraciones, especialmente en condiciones de carga pesada o al circular por terrenos irregulares.

- **Impacto en el Diámetro del Perno:** El desajuste entre el rin y el tambor puede provocar impactos repetidos sobre el cuerpo externo del perno durante el funcionamiento del vehículo. Estos impactos pueden ocasionar un desgaste progresivo en el diámetro del perno, debilitándolo y comprometiendo su capacidad de sujeción. Como resultado, el perno puede volverse menos eficaz para mantener la conexión entre el rin y el tambor, lo que aumenta el riesgo de falla estructural y pérdida de la rueda durante la marcha.
- **Debilidad Estructural:** El desgaste progresivo del cuerpo externo del perno puede debilitar su estructura y comprometer su resistencia a la fatiga y la fractura. Esto puede ser especialmente preocupante en aplicaciones de transporte de carga pesada, donde se someten a mayores niveles de estrés y carga dinámica. La debilidad estructural del perno aumenta el riesgo de rotura repentina durante la operación del vehículo, lo que puede tener consecuencias graves para la seguridad del conductor y los demás usuarios de la vía.



Imágenes No. 8 – 9 Daños en pernos

3. POSIBLES CAUSAS DEL DAÑO

Según los daños mencionados del semirremolque y basados en las evidencias manifestadas en el material fotográfico nos permitimos informar sobre esta revisión y diagnóstico, que las siguientes son posibles causas de la falla de los pernos.



Imágenes No. 10 – 11. Material fotográfico disponible del daño en los espárragos o pernos de fijación

No obstante, debido al escaso material fotográfico e información del caso, no puede establecerse cual fue exactamente la causa, ya que se requiere total caracterización del área

de fractura de los pernos, daños en la campana y ruedas y una evaluación del material con el fin de descartar defectos de fabricación en alguno de los espárragos usados y que pudiesen llevar a la falla presentada:

- Apriete excesivo al momento de ajustar la rueda, aumentando la longitud del perno y disminuyendo su área transversal. Esta elongación también puede ocurrir tras varios procesos de apriete, donde la resistencia del elemento va decayendo a medida que el área transversal disminuye. En este caso no se puede determinar si sucedió en un solo evento, dado que no se tiene acceso a los remanentes de los pernos para realizar su evaluación.
- Apriete irregular en el conjunto de tuercas, es decir, no todas al mismo torque, generando acoplamiento inadecuado de la rueda sobre el tambor de freno.
- Falta de mantenimiento al sistema no verificando el estado de los pernos y las tuercas, los cuales por el uso constante pueden fallar debido a la fatiga del material.
- Ajuste por debajo del torque necesario recomendado, generando movimiento en la rueda que provoca golpe o esfuerzo cortante sobre el perno, lo que genera que se fracture.
- Uso inadecuado de el equipo neumático al momento de soltar o ensamblar la tuerca al perno generando desgaste irregular y prematuro de los hilos de la rosca.
- Golpes con elementos contundentes durante la operación del vehículo, los cuales, a pesar de ser absorbidos por la suspensión repercuten en componentes más débiles del conjunto como lo pueden ser los pernos.
- Tuercas usadas en el apriete no adecuadas o compatibles con los pernos al momento del ajuste, partiendo que cada sistema o eje vienen diseñados para aplicaciones específicas.

- Golpes laterales al semirremolque al momento de la operación de manera constante sin verificación de este a la hora del mantenimiento.
- Secuencia de apriete no siguiendo el proceso del fabricante.
- Defectos de fabricación en alguno de los espárragos.

Perito: Carlos Alberto Sierra F.

Coordinador de Dictámenes Periciales: Edwin Lozano Martínez

Dictamen Pericial emitido por Cesvi Colombia



Dictámenes Periciales

E-mail: dictamen.pericial@cesvicolombia.com

PBX: (571) 742 06 66 EXT. 0-174

Celular: +57 3107843903

NOTA: En virtud de la relación contractual vigente, solicitamos comunicarse con Cesvi Colombia S.A. previamente, para solicitar autorización de aportar este Informe en un proceso Penal o Civil.

El presente informe técnico podrá ser sustentado por los funcionarios que han intervenido en su elaboración, o en su ausencia por el funcionario que en su reemplazo Cesvi Colombia como persona jurídica designe para tal fin previa aprobación por parte del organismo que lo requiera.