

**ANÁLISIS CINEMÁTICO SISTEMA DE SUSPENSIÓN POR BALLESTAS PARA
CAMIÓN KENWORTH T370**

BRAYAN STHIT HERNANDEZ DUQUE

21333

LEITON JOSE VALENZUELA CASTAÑEDA

28906

JOHAN SEBASTIAN SANTOS ALZATE

28667

NELSON DAVID LOZANO PALMA

28360

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD INGENIERA

PROGRAMA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

BOGOTÁ, D.C.

AÑO 2016

**ANALISIS CINEMATICO SISTEMA DE SUSPENSION POR BALLESTAS PARA
CAMION KENWORTH T370**

PROFESOR:

ING. JAIME PEÑA

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERA
PROGRAMA MECANICA AUTOMOTRIZ
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2016**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	4
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	7
JUSTIFICACIÓN	7
DELIMITACIÓN	8
MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
MARCO TEÓRICO	8
MARCO CONCEPTUAL	12
MARCO LEGAL.....	12
MARCO HISTORICO	12
TIPO DE INVESTIGACIÓN	15
DISEÑO METODOLÓGICO	16
FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.....	17
FUENTES PRIMARIAS.....	17
FUENTES SECUNDARIAS.....	31
RECURSOS.....	32
CONCLUSION	33
REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA).....	34

ANALISIS CINEMATICO SISTEMA DE SUSPENSION POR BALLESTAS PARA CAMION KENWORTH T370

ANALYSIS CINEMATIC SYSTEM OF SUSPENSION FOR CROSSBOW TRUCK KENWORTH T370

Brayan Sthit Hernández Duque¹, Nelson David Lozano Palma², Johan Sebastian Santos Alzate³, Leiton José Valenzuela Castañeda⁴

¹ Universidad Ecci, Bogotá, Colombia, brayanshd29@hotmail.com

² Universidad Ecci, Bogotá, Colombia, joleprax_5@hotmail.com

³ Universidad Ecci, Bogotá, Colombia, jssa2288@gmail.com

⁴ Universidad Ecci, Bogotá, Colombia, leitonvale67@hotmail.com

ABSTRACT: This Investigation is focused in the mechanical suspension for load vehicles especially for the model KENWORTH T370, this is in order to identify the flaws that have appearing in the components of the vehicle and to determine if it stems from maintenance of the same one or if one is on loading the vehicle.

KEYWORDS: Crossbow, Suspensión, Investigation, Fracture.

RESUMEN: Esta Investigación está enfocada en la suspensión mecánica para vehículos de carga en especial para el modelo **KENWORTH T370**, esto es con el fin de identificar las fallas que se vienen presentando en los componentes del vehículo y determinar si es debido a mantenimiento de la misma o si se está sobre cargando el vehículo.

PALABRAS CLAVE: Ballesta, Suspensión, Investigación, Fractura.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se está presentando una falla atípica en vehículos de carga y en especial en la suspensión trasera, en la cual se están fracturando las ballestas del eje trasero, lo cual afecta el funcionamiento del vehículo.

KENWORTH DE LA MONTAÑA T 370. Su fabricante lo ofrece con un camión 4x2 y que según las diferentes aplicaciones se podría utilizar para distribución de alimentos, bebidas, gas, combustibles, mudanzas, construcción, servicios públicos y en general.

Los vehículos que presentaron la falla su trabajo son de reparto de paquetería de una empresa colombiana donde se sabe que cumplen las especificaciones según el fabricante de acuerdo con la **Figura 1**. Que se muestra a continuación:

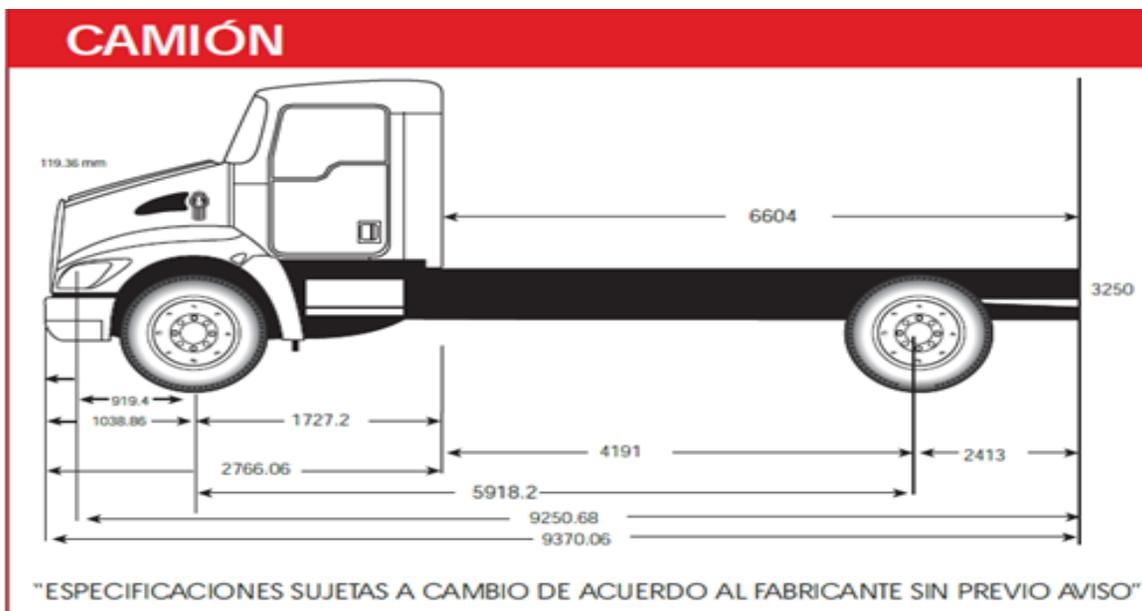


Figura 1 diagrama de las dimensiones del camión.

Fuente: <http://www.autec.ec/site/images/images/FICHA%20TECNICA%20T370%204X2.pdf>

A continuación se representan en la **TABLA N°1** datos relevantes para nuestro proyecto de investigación:

DATOS PARA ANALIZAR CAPACIDAD DE CARGA:

TABLA N°1

Componente	Referencia	Capacidad
Eje delantero	Dana Spicer E-1202I	12.000 LB
Suspensión delantera	Taperleaf	12.000 Lbs.
Llantas delanteras	Bridgestone R250F 11R 22.5 14 Lonas	3550 kg
Rin disco delantero	Accuride 22.5 x 8.25	
Eje trasero	Dana Spicer S23-170	23.000 LB
Suspensión trasera	Reyco 73KB	23.000 Lbs
Llantas traseras	Bridgestone M726EL 11R 22.5 14 Lonas	3550 kg
Rin disco trasero	Acurrider 22.5 x 8.25	

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según nuestra falla presentada en la suspensión y como ya sabemos que se trata de un vehículo de carga que está afectando la operación normal para su trabajo diario, debemos buscar el causal de la falla y una adecuada solución

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Analizar el motivo por el cual la suspensión por ballestas presento este tipo de falla que no es común en este tipo de vehículo, ya que este es diseñado para transporte de carga y se está utilizando para ello. Quisiéramos encontrar la causa raíz y con ello determinar si de pronto existió una falla en el material que se utilizó para la fabricación de las ballestas, si existió una falla en el sistema, si llego a existir una exceso de carga o si el camión fue utilizado en terrenos donde la suspensión se sometió a un mayor esfuerzo..

OBJETIVO GENERAL = RESULTADOS

Conocer analíticamente si la modificación que se realizó a la suspensión trasera del CAMIÓN KENWORTH T370 es la adecuada mediante las comparaciones y los cálculos realizados.

OBJETIVO ESPECÍFICO + OBJETIVO ESPECÍFICO = OBJETIVO GENERAL = RESULTADOS

- Recolectar información y evidencias del manejo que se está teniendo con el vehículo en diferentes aspectos (con carga, sin carga, el terreno habitual de las rutas, y actividades que realiza el operador.
- Conocer a fondo que ventajas y que desventajas nos puede traer la modificación realizada en este tipo de vehículos de carga.
- Determinar si se puede implementar este tipo de modificación.
- Identificar los esfuerzos y cargas que están siendo sometidas tanto a la suspensión original como a la modificada.
- Comparar los datos obtenidos en ambas suspensiones.

JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

JUSTIFICACIÓN

Se escogió este de tipo de investigación primero porque va ligada al sistema de control y seguridad del vehículo en este caso tipo pesado, segundo contamos con facilidad en la información de la falla presentada, adicional a lo anterior esta nos brinda conocimientos que podemos aplicarlos en nuestra formación profesional.

DELIMITACIÓN

La delimitación es cuando no se tiene con exactitud los datos exactos de cuanto es la carga total con la que viajan cuando presentaba la falla, ya que son vehículos que viajan por cualquier ciudad de Colombia y muchas veces el tipo de carga varía debido a que en todas las ciudades el volumen podría ser mayor o menor todo depende de los envíos realizados por los clientes.

MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

MARCO TEÓRICO

ALGO DE HISTORIA

Una preocupación que tenían los fabricantes de carruajes fue tratar de hacer más cómodos los vehículos. Los caminos empedrados eran seguramente una tortura para los ocupantes de los antiguos carros de tracción animal, pues cada hoyo o piedra que las ruedas pasaran se registraba exactamente ahí, donde se sentaban, en la misma magnitud. Se hicieron varios intentos para reducir esos impactos, acolchando los asientos o poniendo unos resortes como se muestra en la **Figura 2**. en el pescante del cochero, pero el problema aún no se resolvía hasta que alguien tuvo la idea de colgar la cabina del carruaje, con unas correas de cuero, desde unos soportes de metal más o menos acerado que venían de los ejes de modo que aquella quedaba suspendida por cuatro soportes y cuatro correas.

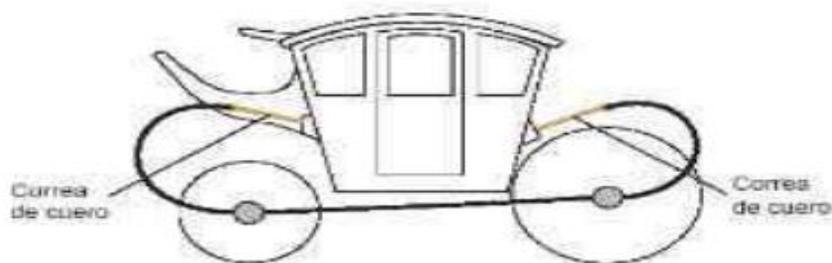


Figura 2 diagrama suspensión de un carruaje.

Fuente: <http://www.etp.uda.cl/old/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCI%C3%93N%20Y%20SUSPENSI%C3%93N/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%201.%20Historia.pdf>

El resultado fue que aunque los golpes del rodaje eran parcialmente absorbidos por tal sistema, resultó ser una verdadera coctelera pues se mecía y bamboleaba sin control, añadiendo al relativo confort las delicias del mareo. Sin embargo, en estricto sentido, podemos decir que ahí nació el concepto de suspensión: un medio elástico que además de sostener la carrocería asimile las irregularidades del camino. En la medida en que las suspensiones evolucionaron y fueron haciéndose más eficientes, las ruedas disminuyeron su tamaño. Esto se entiende porque las ruedas de gran diámetro reducían el efecto de las irregularidades del camino; las ruedas pequeñas las registraban más debido a que entraban en los hoyos en mayor proporción. Con el desarrollo del motor de combustión interna aplicado a los vehículos, las ruedas también evolucionaron, de la rueda de rayos (radios) pasaron al de metal estampado y al de aleación ligera; de la llanta de hierro a la de hule macizo, después al neumático de cuerdas o tiras diagonales y finalmente al radial.

MUELLES DE HOJA

La mayor parte de muelles de hoja están fabricados en placas de acero. Se utilizan muelles de una o varias hojas, en algunos casos como en la parte delantera como la trasera. Actualmente son utilizados en la parte trasera de automóviles y camiones ligeros.

Unos muelles de una sola hoja son del tipo de placa de acero de espesor variable, con una sección central gruesa y delgada hacia los lados, lo cual permite un coeficiente de resorte variable para una conducción suave y una buena capacidad de soporte de carga. Un muelle de varias hojas tiene una hoja principal con las terminales en cada extremo y varias hojas sucesivas más cortas unidas mediante un perno central o abrazadera.

El perno central o abrazadera se ajusta al eje, lo cual impide movimiento hacia adelante y hacia atrás del eje, conservándolo alineado. En algunos casos se utilizan tacones o grapas entre las hojas con el fin de reducir el desgaste, fricción y el ruido. Los muelles de las hojas poseen un ojo en cada extremo para fijarse con el chasis o bastidor.

FINALIDAD DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Llamamos suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos **Figura 3.:** chasis, motor, carrocería, pasajeros, carga, etc. y los órganos que no están suspendidos: las ruedas, los frenos y los ejes rígidos.

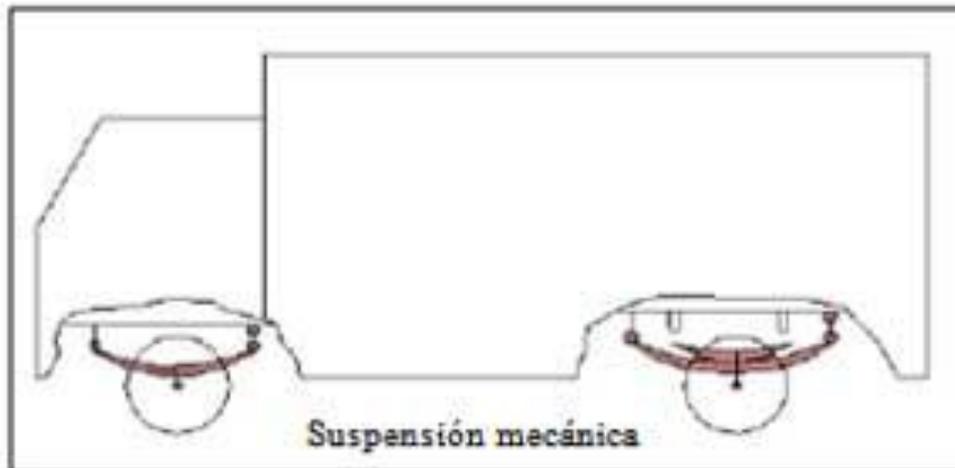


Figura 3 diagrama de la disposición de los muelles.

Fuente: <http://transporteinformativo.com/el-sistema-de-suspension-en-los-vehiculos-pesados/>

La finalidad de la suspensión es la de permitir el control de la trayectoria del vehículo gracias a la calidad del contacto rueda-suelo, asegurando la estabilidad en cualquier circunstancia. También la de garantizar el confort de los ocupantes y de los objetos transportados adaptándose a cualquier superficie.

TIPOS DE SUSPENSIONES

Figura 5 eje rígido

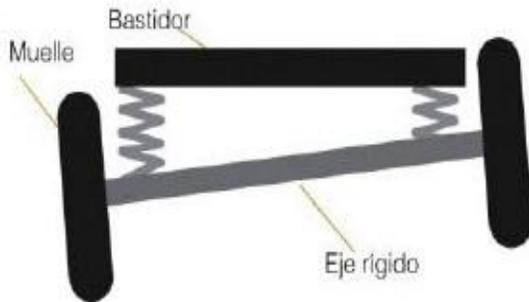
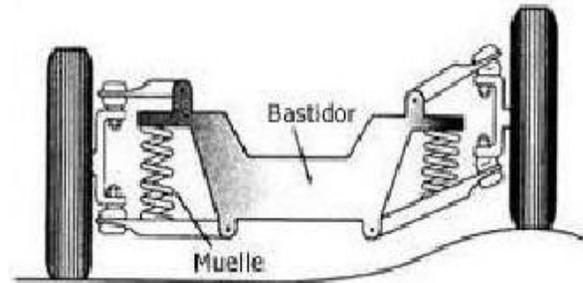


Figura 6 independiente



Fuente: http://www.academia.edu/3378149/Dise%C3%B1o_y_construcci%C3%B3n_del_sistema_de_suspensi%C3%B3n_para_un_veh%C3%ADculo_tipo_f%C3%B3rmula_Student

SUSPENSIÓN DE EJE RÍGIDO

Los sistemas de eje rígido se componen de un eje de una sola pieza rígida en cuyos extremos van instaladas las ruedas como se puede apreciar en la **Figura 5**. Como consecuencia de ello, todo el movimiento que afecta a una rueda se transmite a la otra.

SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE

Los sistemas de suspensión independiente como se puede apreciar en la **Figura 6**. Por otro lado tienen un montaje individual que no relaciona el un extremo del sistema con el otro por lo que el movimiento de una rueda no se transmite a la del otro extremo.

MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo de este proyecto es indispensable el análisis de los materiales que componen la suspensión del vehículo, por lo cual debemos tener en cuenta los resultados que arrojen las pruebas que se le puedan realizar a estos componentes como lo pueden ser pruebas de dureza, flexión, compresión, y análisis micrográficos.

Teniendo en cuenta toda la información anterior se debe analizar la disposición de la suspensión e identificar falencias con ensayos no destructivos.

MARCO LEGAL

La temática a resolver no tiene normas que regulen la cantidad de material o calidad sin embargo hay normas que regulan la cantidad de carga que pueden transportar.

Teniendo en cuenta el vehículo se generan unas fichas técnicas que especifican las características de peso y volumen en la carga la cual debe coincidir en todo momento con lo establecidas en las fichas, según la resolución 2888 de octubre 25 del 2005 la cual establece un peso máximo de 8500 kg en la fabricación de un vehículo.

MARCO HISTORICO

La implementación de la suspensión en los vehículos evoluciono con base las necesidades se puede decir que la primera suspensión implementada fue la de ballestas la cual mejoro el confort del vehículo sin embargo generaba grandes oscilaciones y movimientos bruscos en la carrocería, de ahí la implementación de los resortes helicoidales y barras estabilizadoras los cuales se implementan en la actualidad sin olvidar el desarrollo de la suspensión por medio de amortiguador el

cual desde su implementación ha venido evolucionando hasta combinar dos componentes en sí interior para recibir el nombre de amortiguadores hidroneumático.

El sistema de ballestas es implementado para los automotores de carga ya que tienen una capacidad de carga superior a la del amortiguador.

Para mejorar el sistema de suspensión trasera para este tipo de línea se realizó el cambio del muelle de ballestas por uno más reforzado de un vehículo de carga pesada el cual se muestra en la **Figura 7**. Y sus diferentes referencias para cada componente de la ballesta mostradas en la **TABLA N° 2** a continuación:

KODIAK 3126 / 3116

GMC/CHEVROLET - SUSPENSIÓN DE UN EJE TRASERO

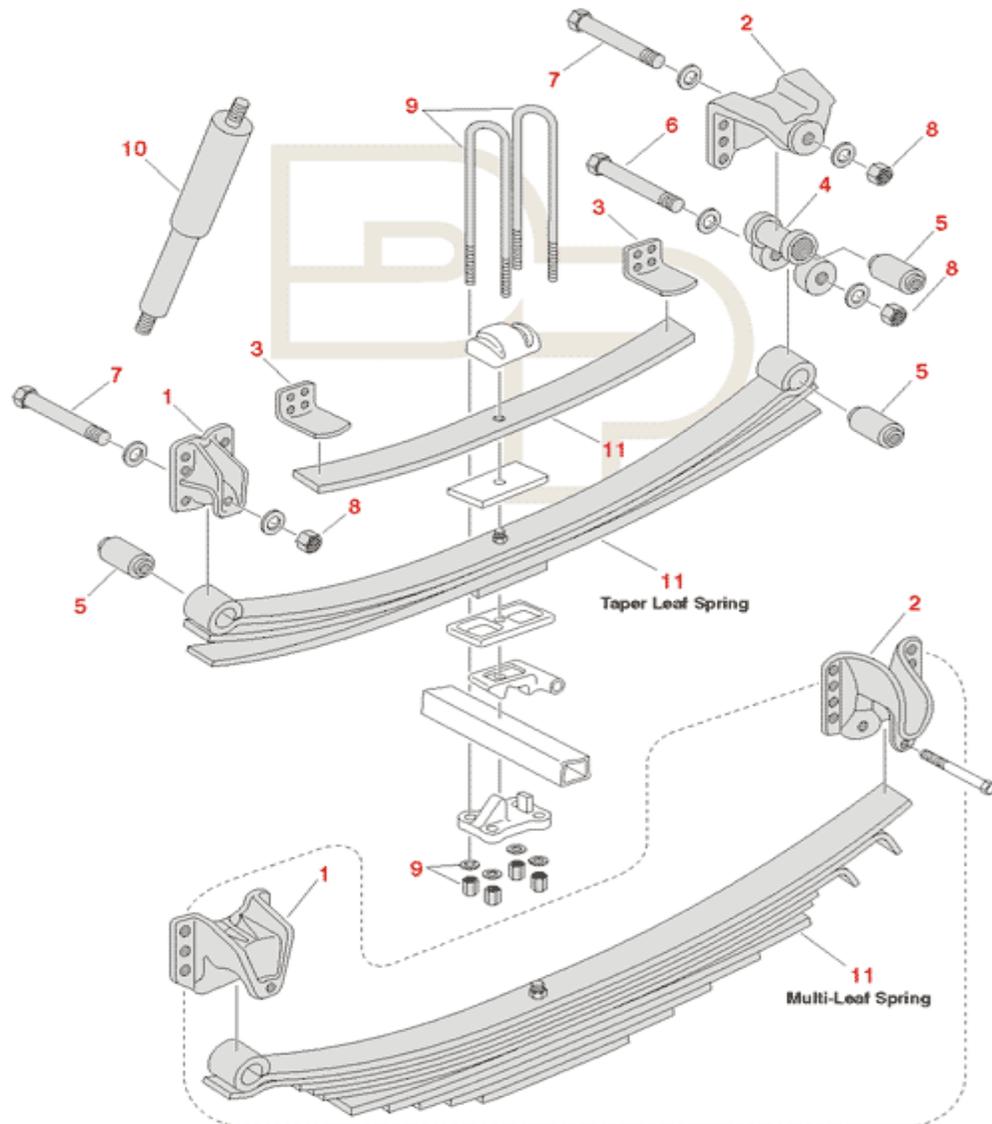


Figura 7 diagrama partes suspensión trasera de un Kodiak.

Fuente: http://es.truckcomponentsonline.com/TOPKICKKODIAK-FROM-1990-GM-TILT-CAB-REAR-SINGLE-AXLE_c_423.html

TABLA N°2 referencias del muelle por ballestas de un Kodiak.

CLAVE	PARTE NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NO. REQ.	OEM REFERENCIA
1		Suspensión	2	15641039
1		Suspensión	2	15641040
1		Suspensión	2	15641041
2	338-1961	Suspensión	2	15641037
2	338-1962	Suspensión; Reparto	2	15641044,
2		Suspensión	2	15641042
2		Suspensión	2	15641043
3		Soporte resorte auxiliar	4	15641070
4	330-353	Asamblea de grillo	2	15641035,
5	RB-191	Buje; 22mm identificación x OD 52mm x 74mm LG.	2 o 6	15588651
6	334-909	Perno; M22-2.5 x 135mm	2	15608999
7	334-910	Perno; M22-2.5 x 190mm	2 o 4	15641062
8	334-911	Tuerca, autoblocante; M22-2.5	2 o 6	15609003
9	361-391	Kit de perno en u; Especial De la curva, Grado 8	4	15624750, 15643019
9	361-392	Kit de perno en u; Especial De la curva, Grado 8	4	15642864
10	M74076	Amortiguador de choque	2	—
10	M74409	Amortiguador de choque	2	—
10	M74077	Amortiguador de choque	2	—
10	M66626	Amortiguador de choque	2	—
11	—	Conjunto del resorte	—	—

Fuente: http://es.truckcomponentsonline.com/TOPKICKKODIAK-FROM-1990-GM-TILT-CAB-REAR-SINGLE-AXLE_c_423.html

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizara será de tipo longitudinal, ya que se tienen las especificaciones de fabricación del vehículo, como capacidades de carga tipo de uso y demás sin embargo se presenta una falla, la cual es solucionada al remplazar un componente por otro.

Se quieren evaluar los cambios que se realizaron y determinar si son benéficos o perjudiciales para el funcionamiento diario de este vehículo y no tener problemas futuros.

DISEÑO METODOLÓGICO

Para que el desarrollo de la investigación sea efectivo se realizara de la siguiente manera.

- Se definirán los estudios que debemos realizar
- Se recopilara la mayor cantidad de información posible teniendo en cuenta que sea de fuentes confiables
- Se tomara en cuenta las tutorías que nos brinden los personas que tienen un conocimiento más profundo sobre el tema
- No se omitirá ningún detalle en el desarrollo de la investigación

Al seguir estas pautas estamos en la capacidad de cumplir con el objetivo general y el específico, teniendo en cuenta que para el desarrollo de cualquier investigación debe haber una buena documentación de lo contrario pueden surgir problemas al momento de ejecutar alguna acción.

FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

FUENTES PRIMARIAS

La fuente principal de este proyecto fue el siguiente vehículo de la línea en referencia en donde se tomó la evidencia fotográfica desde la **Figura 8 a la 14**:



Figura 8 camión Kenworth T370, foto tomada por el grupo.

- Suspensión original del vehículo antes de ser modificado:



Figura 9 suspensión original kenworth T370, foto tomada por el grupo.



Figura 10 suspensión original kenworth T370, foto tomada por el grupo.



Figura 11 suspensión original kenworth T370, foto tomada por el grupo.

En las siguientes se evidencia el registro fotográfico de la suspensión modificada:



Figura 12 suspensión modificada en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.



Figura 13 suspensión modificada en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.



Figura 14 suspensión modificada en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.

Para realizar los cálculos adecuadamente de la suspensión original y la que esta modificada se realizaron mediciones desde el centroide del eje hasta el punto A que es la parte delantera del muelle y hasta el punto B el cual es el trasero como se muestra desde la **Figura 15 a la 18**:

- **MEDICIÓN DEL CENTROIDE DEL EJE AL PUNTO A: MIDE 64 CM**



Figura 15 medición suspensión en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.



Figura 16 medición suspensión en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.

Estas imágenes fueron tomadas por el grupo directamente desde el vehículo.

- **MEDICIÓN DEL CENTROIDE DEL EJE AL PUNTO B: 64 CM**

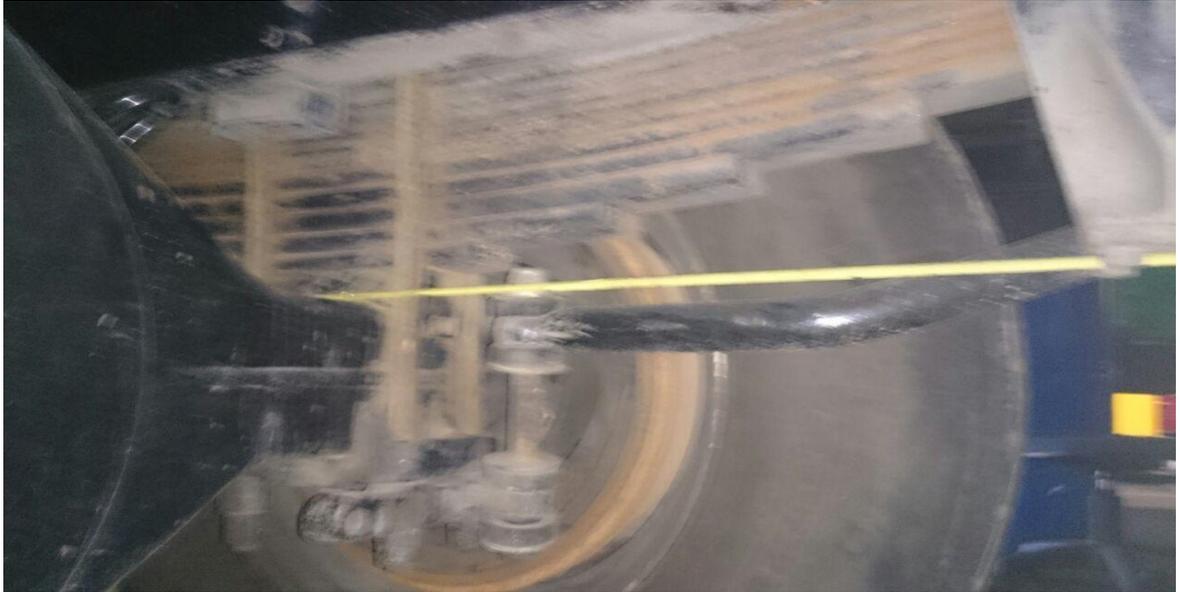


Figura 17 medición suspensión en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.

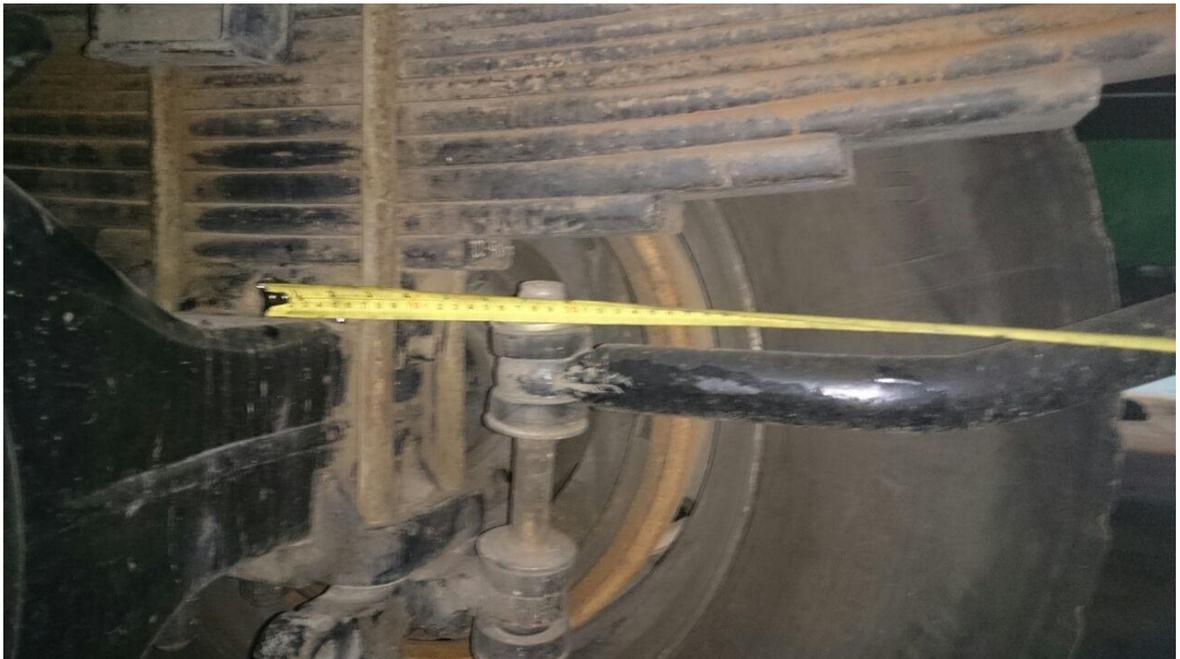


Figura 18 medición suspensión en Kenworth T370, foto tomada por el grupo.
Estas imágenes fueron tomadas por el grupo directamente desde el vehículo.

- Las siguientes **Figuras de la 19 a la 24** fueron tomadas en la báscula con el vehículo vacío con tres diferentes pesos: peso total, peso del eje trasero y peso del eje delantero:



Figura 19 Báscula, foto tomada por el grupo.



Figura 20 Báscula, foto tomada por el grupo.

Peso total del vehículo sin carga 7,060 toneladas:



Figura 21, foto tomada por el grupo.

Peso total del eje delantero 3,440 toneladas:



Figura 22, foto tomada por el grupo.

Peso total del eje trasero 3,610 toneladas:



Figura 23 Peso total del eje trasero 3,610 toneladas, foto tomada por el grupo.



Figura 24 Peso total del eje trasero 3,610 toneladas, foto tomada por el grupo.

El siguiente paso después de haber realizado las mediciones y el peso real del vehículo fue realizar los debidos cálculos aplicando las fórmulas que nos suministró el profesor Jaime Peña y con el diagrama de cuerpo libre **Figura 25**. adecuado:

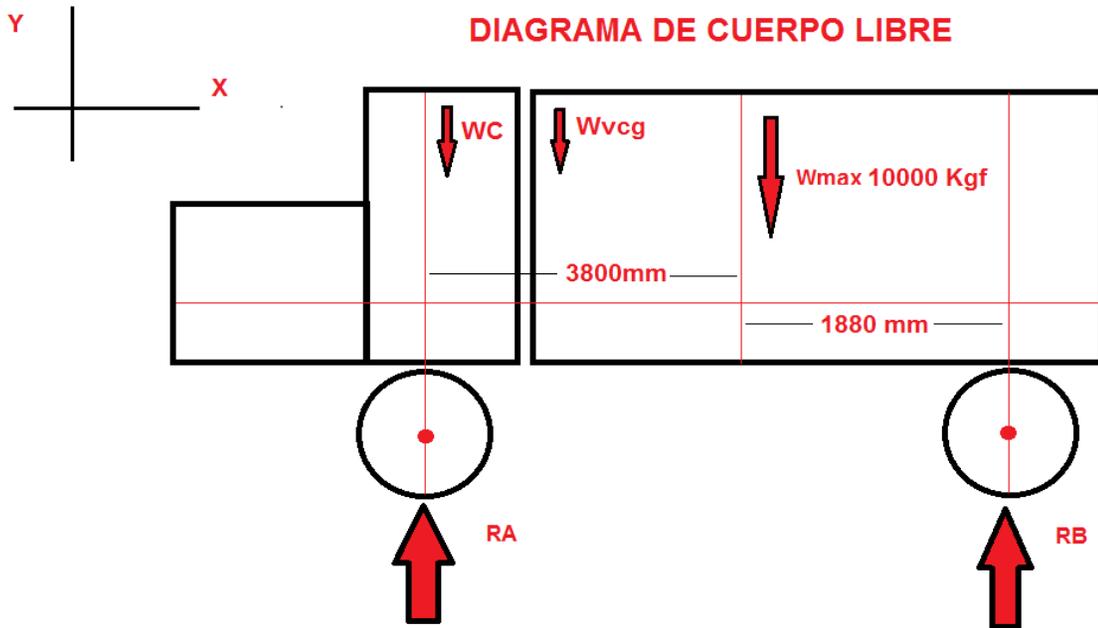


Figura 25 diagrama de cuerpo libre, imagen realizada por el grupo.

CALCULO DE REACCIONES:

$$\sum MB = 0$$

$$(10000Kgf * 1880mm) + (17180Kgf * 5918mm) + (120Kgf * 3000mm) - (Ra * 9370mm)$$

$$Ra = \frac{10000Kgf * 1880mm + 17180Kgf * 5918mm + 120Kgf * 3000mm}{9370mm}$$

$$Ra = 12895 Kgf$$

$$\sum fy = (12895Kgf - 10000Kgf - 17180Kgf - 120Kgf + Rb)$$

$$Rb = 12895Kgf + 10000Kgf + 17180Kgf + 120Kgf$$

$$Rb = 14405 Kgf$$

DIAGRAMA CENTRO DE GRAVEDAD

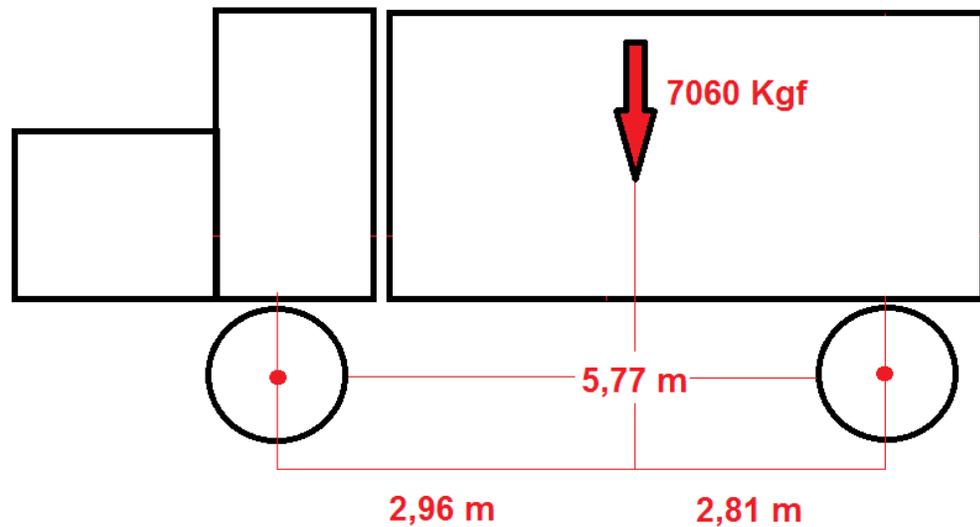


FIGURA 26 diagrama centro de gravedad, imagen realizada por el grupo.

CENTRO DE GRAVEDAD:

$$A = (b-l)$$

$$L = (a+b)$$

$$L = 5,77m$$

$$P1D = 3440kg = 33712N$$

$$P2T = 3610kg = 35378N$$

$$\sum M \varnothing = 0$$

$$[69090N * (a)] + [35378N * 5,77m] = 0$$

$$[69090N * (l - b)] + [35378N * 5,77m] = 0$$

$$[69090N * (5,77m) - b] + [35378N * 5,77m] = 0$$

$$-398649,3N + 69090 + 204,131.06m = 0$$

$$b = \frac{398649,3N - 204,131.06Nm}{69090}$$

$$b = 2,81m$$

SUSPENSIÓN:

$$F = \frac{T * \pi * d^3}{8 Kc * Dm}$$

$$F = \frac{N * b * e^2 * \sigma}{6 * l}$$

Dm = diámetro medio

d = diámetro espesor

T = tensión de torsión en kgf/mm^2

Kc = coeficiente de

F = semi rango aplicada de la

N = número total de hojas

l = longitud de la

b = ancho de hojas en (mm)

e = espesor de hojas en (mm)

a = coeficiente de flexión

SUSPENSIÓN ORIGINAL

LADO A

$$F = \frac{(5) * (76,2mm) * (103,1mm) * (724Mpa)}{(6) * (728mm)}$$

AISI 5160 ACERO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

$$724Mpa = 73,827Kgf/mm^2$$

ESFUERZO ADMISIBLE

$$= \frac{73,827 Kgf / mm^2}{7}$$

$$= 10.546 Kgf / mm^2$$

SUSPENSIÓN ORIGINAL - 23000 LB – 10,433 TONELADAS

$$f = \frac{n * b * e^2 * \sigma}{6 * l}$$

$$f = \frac{(5) * (76,2mm) * (103.1mm)^2 * (10,546Kgf/mm^2)}{6 * (640mm)}$$

$$f = 11094Kgf$$

$$f = 11094Kgf + 11094Kgf$$

$$f = 22189 Kgf = 48918 lb$$

SUSPENSIÓN MODIFICADA

$$f = \frac{n * b * e^2 * \sigma}{6 * l}$$

$$f = \frac{(9) * (76,2mm) * (148mm)^2 * (10,546Kgf/mm^2)}{6 * (640mm)}$$

$$f = 41,255 Kgf$$

$$f = 41,255 Kgf + 41,255 Kgf$$

$$f = 82,510 Kgf = 181903 lb$$

FUERZAS QUE ACTÚAN EN EL MUELLE MODIFICADO

$$\sum MA = 0$$

$$(640mm * 82510Kgf)(1280mm * Fa)$$

$$Fa = \frac{640mm * 82510Kgf}{1280mm}$$

$$Fa = 41250Kgf$$

$$\sum F = 0$$

$$F_b = F_a - F_t$$

$$F_b = 41250Kgf - 82510Kgf$$

$$F_b = 41260Kgf$$

MUELLE ORIGINAL

$$\sum MA = 0$$

$$(640mm * 22189Kgf)(1280mm * F_a)$$

$$F_a = \frac{640mm * 22189Kgf}{1280mm}$$

$$F_a = 11094Kgf$$

$$F_b = F_a - F_t$$

$$F_b = 11094Kgf - 22189Kgf$$

$$F_b = 11095Kgf$$

NUMERO DE HOJAS

$$N = \frac{6 * F * L}{b * e^2 * \sigma}$$

$$N = \frac{6 * 23000Lb * 640MM}{76.2mm * 103.1mm * 10,546}$$

$$N = 10,6$$

FUENTES SECUNDARIAS

Como parte de este proyecto se tomó información de la base de datos del CDA **IVESUR S.A.** el cual suministro el historial de las revisiones técnico mecánicas como se muestra en la **Figura 27.**, en donde se puede observar los datos obtenidos de las pruebas de la suspensión trasera de la siguiente manera:

FORMATO UNIFORME DE LOS RESULTADOS DE LA REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA Y DE EMISIONES CONTAMINANTES

 REPÚBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE TRANSPORTE		Dirección: Carrera 56 No. 19 - 84 (Ciudad PEIX: 7564095 Ciudad: Bogotá		 No: 323435												
A. INFORMACIÓN GENERAL:																
1. FECHA		2. DATOS DEL PROPIETARIO O TENEDOR DEL VEHÍCULO														
Fecha de prueba: 29/01/2016	Nombre o Razón social: INVERSORA PICHINCHA S A	Documento de Identidad: CC.() NIT.(X) CE.()	No. 8902007567													
Dirección: AV BOLIVAR No 14N 30		Teléfono: 7498342	Ciudad: ARMENIA	Departamento: QUINDIO												
3. DATOS DEL VEHÍCULO																
Placa: SNM134	País: COLOMBIA	Servicio: Público	Clase: CAMION	Marca: KENWORTH	Línea: T300											
Modelo: 2006	No. de Licencia de Tránsito: 050907	Fecha Matricula: 09/09/2005	Color: BLANCO	Combustible: DIESEL	VIN o Chasis: 140536											
No. de Motor: 46511733	Tipo motor:	Cilindraje: 7200	Kilometraje: 712521	No. de Sillas: 2	Vidrios polarizados: SI() NO(X) Blindaje: SI() NO(X)											
B. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN MECANIZADA REALIZADA DE ACUERDO CON LOS MÉTODOS DEFINIDOS EN LA NTC5375 <small>Nota: Todo valor medido seguido del signo * significa un defecto encontrado.</small>																
4. EMISIONES AUDIBLES		5. INTENSIDAD E INCLINACIÓN DE LAS LUCES BAJAS			6. SUMA DE LA INTENSIDAD DE TODAS LAS LUCES											
Valor	Máximo	Unidad	Intensidad	Mínimo	Unidad	Rango	Unidad	Intensidad	Máximo	Unidad						
Ruido escape	85	—	dBA	Baja derecha	0°	2,5	k lux	0°	0,5-3,5	%	103	225	k lux			
				Baja izquierda	12	2,5	k lux	2	0,5-3,5	%						
7. SUSPENSIÓN (Si aplica)																
Delanera izquierda	Valor	Delanera derecha	Valor	Trasera izquierda	Valor	Trasera derecha	Valor	Mínimo	Unidad							
									%							
8. FRENSOS																
Eficacia total	Mínimo	Unidad	Fuerza	Peso	Unidad	Fuerza	Peso	Unidad	Desbalance	Máximo	Unidad					
65,5065	50	%	Eje 1 izquierdo	12540	18865	N	Eje 1 derecho	12930	17896	N	3	20-30	%			
			Eje 2 izquierdo	10890	18385	N	Eje 2 derecho	12810	19796	N	15	20-30	%			
Eficacia auxiliar	Mínimo	Unidad	Eje 3 izquierdo			N	Eje 3 derecho			N		20-30	%			
25,7343	18	%	Eje 4 izquierdo			N	Eje 4 derecho			N		20-30	%			
			Eje 5 izquierdo			N	Eje 5 derecho			N		20-30	%			
9. DESVIACIÓN LATERAL																
Eje 1	4.2	Eje 2	4.2	Eje 3		Eje 4		Eje 5		Máximo	+/-10	Unidad	m/km			
10. DISPOSITIVOS DE COBRO (Si aplica)																
Referencia comercial de la balanza	110920	Error en distancia		Error en tiempo		Máximo		Unidad	%							
11. EMISIONES DE GASES																
11. a VEHICULOS CON CICLO OTTO																
Temp °C	Rpm	Monóxido de carbono (CO)			Dióxido de carbono (CO2)			Óxigeno (O2)			Hidrocarburo (como hexano) (HC)			Óxido nítrico (NO)		
		CO	Vr	Norma	CO2	Vr	Norma	O2	Vr	Norma	HC	Vr	Norma	NO	Vr	Norma
		Ralentí	—	%	Ralentí	—	%	Ralentí	—	%	Ralentí	—	ppm	Ralentí	—	ppm
		Cruceiro	—	%	Cruceiro	—	%	Cruceiro	—	%	Cruceiro	—	ppm	Cruceiro	—	ppm
11. b VEHICULOS A DIESEL (opacidad)																
Temp °C	Rpm	Ciclo 1	Und	Ciclo 2	Und	Ciclo 3	Und	Ciclo 4	Und	Valor	Norma	Unidad				
76	670	2000	42,88Imp.	30,93	%	33,061	%	31,23	%	Resultado	31,74	<35	%			

FIGURA 27 REVISIÓN TÉCNICO MECÁNICA

RECURSOS

Recursos humanos:

- Colaboración de profesor en la aclaración de dudas, y desarrollo de tutorías de ser necesario.
- Compromiso de todos los integrantes del grupo para realizar de la mejor manera el desarrollo de la investigación.
- Personal con experiencia en la conducción del vehículo para relacionar variables

RECURSOS FÍSICOS:

Los recursos físicos necesarios son el vehículo nombrado anteriormente **KENWORTH T- 370**, herramienta, herramientas de medición, en general un taller de mantenimiento.

RECURSOS FINANCIEROS:

Los recursos económicos fueron financiados por todos los integrantes del grupo de trabajo de una manera equitativa en donde el aporte máximo por persona fue de \$ 25.000 destinándolos para el pesaje del camión, recursos de papelería y transporte.

CONCLUSION DE ACUERDO CON EL OBJETIVO GENERAL

Después de terminar nuestra investigación de la falla presentada en los muelles por ballesta, y con los datos obtenidos con las formulas suministradas en el seminario, los cálculos arrojados con la suspensión original nos da un resultado por encima de la capacidad que da el fabricante que es de 23000 lb, entonces seria apropiada para la capacidad de carga del vehiculó, nos faltaría analizar el material de las ballestas si realmente pertenece al Acero 5160, pero hay tenemos una limitante que no tenemos las piezas que fallaron y hacer un análisis al material. Según cálculos de la suspensión montada actualmente es superior aproximadamente tres veces de la capacidad que se necesita en el camión y adicional este componente lleva trabajando un poco más de dos años donde no volvió a presentar ese tipo de falla. Después de comparar los datos de las suspensiones nos inclinamos por el tipo de operación al que fueron sometidos los camiones también nos pudo haber afectado y repercutir para la falla presentada, terrenos destapados y con exceso de velocidad, puntos que en su momento no se realizaba control. Por otro lado según nuestro análisis el hecho de haber cambiado la suspensión no afecto la seguridad del vehiculó y no presento ningún daño en el tren motriz del vehiculó.

REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

¹http://www.academia.edu/3378149/Dise%C3%B1o_y_construcci%C3%B3n_del_sistema_de_suspensi%C3%B3n_para_un_veh%C3%ADculo_tipo_f%C3%B3rmula_Student

²<http://transporteinformativo.com/el-sistema-de-suspension-en-los-vehiculos-pesados/>

³http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/tecnologia-de-materiales-industriales/bloque-iii/Tema8-Ensayos_no_destructivos.pdf

⁴<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfic744e/doc/bmfic744e.pdf>

⁵<https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?IServicio=FAQ&IFuncion=viewPreguntas&id=74>

⁶http://es.truckcomponentsonline.com/TOPKICKKODIAK-FROM-1990-GM-TILT-CAB-REAR-SINGLE-AXLE_c_423.html

⁷http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_15/recursos/01_general/09062014/n_icontec.pdf

⁸<http://www.etp.uda.cl/old/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCI%C3%93N%20Y%20SUSPENSI%C3%93N/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%201.%20Historia.pdf>

⁹(ORGANIZACIÓN HERCULES)

¹⁰http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_resorte_flex