

31

CARACTERIZACIÓN

**DINÁMICA DE UNA MÁQUINA AUTOMOTRIZ: LA CAMIONETA
MITSUBISHI L200**



CARACTERIZACIÓN

DINÁMICA DE UNA MÁQUINA AUTOMOTRIZ: LA CAMIONETA MITSUBISHI L200

DYNAMIC CHARACTERIZATION OF AN AUTOMOTIVE MACHINE: THE MITSUBISHI L200 PICKUP TRUCK

Vinicio Sebastián Ribadeneira-Ramírez¹

E-mail: ua.viniciorr76@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5876-3019>

Esteban Fernando López-Espinel¹

E-mail: ua.estebanle84@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0758-6660>

Andrés Sebastián-Villacrés¹

E-mail: ua.andresvq05@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4200-0348>

¹ Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Ribadeneira-Ramírez, V. S., López-Espinel, E. F., & Sebastián-Villacrés, S. V. (2025). Caracterización dinámica de una máquina automotriz: la camioneta Mitsubishi L200. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(4), 291-299.

Fecha de presentación: 15/07/2025

Fecha de aceptación: 29/08/2025

Fecha de publicación: 01/10/25

RESUMEN

El vehículo es la maravillosa máquina sobre ruedas con mayor fabricación en el mundo, que brinda los niveles de satisfacción, libertad y confort que necesitan las personas para su movilización. Se requiere satisfacer las necesidades siempre crecientes de la humanidad en lo referido a la comodidad del transporte, al incremento de la demanda de vehículos con cada vez mejores prestaciones y al logro de un mejor desempeño energético. Una ciencia ocupada en resolver estas exigencias es la dinámica vehicular. El presente trabajo caracteriza dinámicamente a una máquina automotriz, la camioneta Mitsubishi L200, teniendo cuenta las principales consideraciones para el diseño de un vehículo. Entre estas: las características que debe poseer el motor para su desempeño, el diseño de la caja de cambios para la establecer las relaciones de transmisión de potencia y par, el diseño del frenado y adherencia del vehículo al suelo. Y el análisis del comportamiento del vehículo bajo la acción de las fuerzas laterales que intervienen al ingresar a una curva. En conclusión, la Mitsubishi L200 presenta una alta relación de compresión y eficiencia térmica, ideal para camionetas con gran capacidad de tracción, que en la primera marcha supera pendientes del 40%, mientras la quinta está destinada al desplazamiento rápido en zona de muy baja pendiente y aunque las velocidades de deslizamiento y vuelco son aceptables, la estabilidad en curvas es menor, con un ligero sobreviraje debido a la baja presión en los neumáticos traseros.

Palabras clave:

Diseño vehicular, caracterización dinámica, desempeño automotriz.

ABSTRACT

The vehicle is the wonderful wheeled machine with the highest production in the world, providing the levels of satisfaction, freedom, and comfort that people need for their mobility. There is a constant need to meet the ever-growing demands of humanity regarding transportation comfort, the increasing demand for vehicles with better performance, and achieving improved energy efficiency. A field dedicated to addressing these requirements is vehicle dynamics. This work dynamically characterizes an automotive machine, the Mitsubishi L200 pickup truck, taking into account the main considerations for vehicle design. These include: the characteristics that the engine must possess for its performance, the design of the transmission to establish power and torque transmission ratios, the design of braking systems and vehicle grip on the ground, and the analysis of vehicle behavior under lateral forces when entering a curve. In conclusion, the Mitsubishi L200 presents a high compression ratio and thermal efficiency, making it ideal for trucks with significant traction capacity, which can exceed 40% gradients in first gear. Meanwhile, fifth gear is intended for rapid movement in very low-gradient areas. Although sliding and rollover speeds are acceptable, stability in curves is lower, with slight oversteer due to low pressure in the rear tires.

Keywords:

Vehicle design, dynamic characterization, automotive performance.

INTRODUCCIÓN

Los automóviles son los bienes más preciados en el mundo actual. La necesidad de movimiento de las personas en distintas circunstancias como la seguridad y confiabilidad, implica el desarrollo e innovación de varias ramas de conocimiento en la ingeniería (Lenzo, 2022). El vehículo es una maravillosa máquina sobre ruedas que alcanza mayor producción en la sociedad moderna, que brinda los niveles de satisfacción, libertad y confort que requieren las personas para su movilidad (Minaker, 2020).

Para satisfacer las necesidades siempre crecientes de la humanidad en lo referido a la comodidad del transporte, se demanda de vehículos con altas prestaciones y eficiencia energética. La ciencia encargada de resolver estos requerimientos es la dinámica vehicular (Williams, 2022). Al diseño y la dinámica vehicular, se le considera como una disciplina que se ocupa de la creación y desarrollo de automóviles, aunque normalmente también se refiere a motocicletas, camiones, autobuses y furgonetas (Gillespie, 2021).

El diseñador debe estudiar una gran variedad de factores antes de comenzar con el diseño propiamente dicho, desde el mercado, hasta los materiales, aspectos económicos, culturales, funcionales, formales, ergonómicos, etc. Debido a los avances tecnológicos, es necesario un equipo multidisciplinario para llevar a cabo un único diseño (Rill & Castro, 2020).

Uno de los principios de la dinámica vehicular es el estudio de las fuerzas producidas y dominantes que actúan por influencia del vehículo y el neumático en la carretera (Meywerk, 2015). Así, por ejemplo, se debe cuantificar la capacidad de un vehículo para mantener la aceleración lateral en una curva en condiciones estables (Li, 2023). También se debe medir el rendimiento del sistema frente al desempeño del conductor (Zhai, 2020).

El diseño vehicular se puede implementar de manera experimental y analítica. Para este trabajo se utiliza un método analítico basado en un modelo mecánico y leyes físicas que permiten obtener ecuaciones algébricas (Jazar, 2017). La obtención de resultados mediante la resolución de ecuaciones permite obtener las propiedades de los fenómenos de interés de estudio. Esta metodología se basa en aproximaciones para sistemas físicos (Jazar, 2019).

Bajo el contexto anterior, se refiere a desarrollar un diseño en el aspecto y estética visual del vehículo; así como, el rendimiento del vehículo y la creación del concepto del producto (Guiggiani, 2023). El diseño de automóviles es practicado por los diseñadores que tienen generalmente una orientación en arte y sobre todo un grado en diseño industrial o diseño del transporte (Balkwill, 2018).

METODOLOGÍA

Para el diseño preliminar de un vehículo es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos básicos, como la

dinámica longitudinal del automóvil que realiza el estudio del movimiento de traslación a lo largo del eje longitudinal del vehículo, e incluye procesos como la aceleración, el frenado y la circulación sobre rampas o pendientes. Este análisis permite comprender cómo las fuerzas externas influyen en el comportamiento dinámico de un vehículo.

Entre las **fuerzas que influyen en el comportamiento del automóvil se encuentra la resistencia a la rodadura que es ocasionada por el contacto** entre las ruedas y el terreno. Otra característica es la **resistencia aerodinámica** causada por el aire que rodea al vehículo. Además, el automóvil ve afectado su movimiento debido a la **resistencia gravitatoria** que se presenta cuando este circula cuesta arriba (Orozco, 2006).

Otros criterios que se analizan en la dinámica longitudinal del automóvil son la aceleración, el frenado y el comportamiento en las pendientes. La aceleración de la máquina automotriz depende de la potencia disponible del motor y las relaciones de transmisión en la caja de velocidad del mismo. El frenado que implica disipar energía cinética mediante sistemas de frenos adecuados. La capacidad para subir pendientes, que depende del par motor disponible y la relación final de transmisión (Izquierdo et al., 2016).

El estudio dinámico longitudinal utiliza ecuaciones fundamentales basadas en las leyes de Newton para evaluar cómo estas fuerzas interactúan con el vehículo. La ley de la fuerza es clave para calcular aceleraciones bajo diferentes condiciones de movimiento. La resistencia total determina si un vehículo puede mantener una velocidad constante o necesitará más potencia para superarla. Este conocimiento se aplica en diseño del grupo propulsor motor-transmisión, optimización aerodinámica y la selección adecuada de neumáticos según el tipo de superficie.

Otro aspecto a tener en cuenta durante el diseño es el **reparto de frenado**, que en un automóvil se refiere a cómo se distribuye la fuerza de frenado entre las ruedas delanteras y traseras. Un ajuste adecuado del reparto de frenado permite optimizar la eficacia del sistema de frenos, asegurando que el vehículo mantenga la estabilidad durante el proceso de deceleración. Durante el frenado, el peso del vehículo tiende a desplazarse hacia adelante debido a la inercia, lo que aumenta la carga sobre las ruedas delanteras y reduce la carga sobre las traseras (Izquierdo et al., 2016).

La distribución ideal suele ser alrededor del 70-80% en las ruedas delanteras y 20-30% en las traseras para muchos vehículos con motor delantero. Esto ayuda a evitar que se bloqueen primero las ruedas traseras, lo cual podría causar pérdida de control. Los sistemas modernos incluyen reguladores o limitadores de presión que ajustan automáticamente esta distribución según sea necesario para mantener una deceleración óptima sin bloquear prematuramente ninguna rueda (Jazar, 2017).

Un reparto adecuado evita que el vehículo derrape o pierda tracción durante el frenado. Otra ventaja de este reparto es que permite mantener un control estable sobre el vehículo incluso bajo condiciones adversas. Además de optimizar cómo se disipa la energía cinética como calor mediante los componentes mecánicos. Los sistemas electrónicos modernos permiten una mayor precisión en este reparto. Utilizan sensores y algoritmos, para adaptar dinámicamente cómo se aplica fuerza entre diferentes ejes según condiciones específicas como velocidad o carga.

Durante la caracterización dinámica del automóvil se analizará la dinámica lateral del automóvil en lo que se refiere al estudio del comportamiento de un automóvil en curvas y giros, donde fenómenos como el subviraje y sobreviraje afectan el desplazamiento estable del vehículo. El subviraje ocurre cuando un vehículo no gira lo suficiente al tomar una curva, manteniendo una trayectoria más amplia de lo esperado. (Li, 2023)

Esto sucede principalmente debido a la pérdida de adherencia en las ruedas delanteras. Lo puede estar ocasionado por exceso de velocidad, aceleración excesiva durante el giro o en superficies resbalosas. Reducir la velocidad y evitar girar excesivamente el volante reduce el riesgo subviraje. En el sobreviraje, al contrario, el vehículo gira más que lo previsto por el conductor. Esto ocurre cuando las ruedas traseras pierden tracción y derrapan hacia afuera. El sobreviraje ocurre durante el frenado brusco durante una curva o levantar abruptamente el pie del acelerador. Para evitarlo se puede utilizar técnicas como contravolteo para recuperar control.

La velocidad límite de deslizamiento es aquella por encima de la cual las fuerzas centrífugas superan las fuerzas laterales que pueden generar los neumáticos. Entre los factores que afectan la velocidad límite se encuentran la adherencia entre los neumáticos y la carretera, diseño aerodinámico y las condiciones climáticas. La velocidad límite de vuelco está relacionada con la estabilidad lateral extrema del vehículo (Kumar & Gupta, 2021).

La respuesta direccional se refiere a cómo reacciona un vehículo ante cambios en la dirección del movimiento: En la actualidad se aplica la dirección asistida electrónica debido a que mejora significativamente la respuesta direccional al ajustarse dinámicamente según condiciones específicas. Entre los factores que afectan la respuesta direccional se encuentra la geometría suspensión. Un diseño adecuado de la geometría de la suspensión permite mejorar tanto la estabilidad como maniobrabilidad (Izquierdo et al., 2016).

Otro factor que afecta la respuesta direccional del vehículo es la selección correcta de los neumáticos. Su calidad y tipo influyen directamente en cómo responde un coche a giros rápidos o cambios bruscos en la velocidad y dirección.

DESARROLLO

Para la realización del análisis dinámico se obtuvieron los siguientes datos de la ficha técnica para la camioneta Mitsubishi L200 Invite de 2006 disponible km 77. El peso orden de marcha es de 1750 kg, La batalla de 3000 mm y la longitud del eje Vehículo es de 5000 milímetros. La altura del centro de gravedad de la camioneta es de 225 mm y la relación de transmisión en primera es 3,918. El área Frontal de la L200 es de 2,485 m² y el coeficiente Aerodinámico es 0,46.

El coeficiente resistencia a la rodadura en la camioneta es de 0,0144 y el radio de curvatura requerido es 3,3 metros y el radio teórico de neumático es de 374,7 mm. La distancia entre el eje delantero y el centro de gravedad en la Mitsubishi es 2800 mm y rendimiento de la caja de cambios es de 0,96. Otros datos adicionales requeridos en la caracterización dinámica del automóvil es estudio es la densidad del aire cuyo valor es 1,225 kg/m³ y el peralte necesario en la curva es 15°

Para que el vehículo pueda vencer una rampa máxima del 40% y alcance una velocidad máxima en llano de 167 km/h debe vencer las siguientes resistencias características obtenidas a partir de los datos del fabricante. En primer lugar, la resistencia aerodinámica al avance de . Debe vencer además una resistencia a la rodadura de . Cuando el automóvil se mueva sin pendiente la resistencia total será de El par máximo según las condiciones de diseño son de 317,5 Nm y la potencia máxima es de 116,3 kW.

Las revoluciones por minuto a potencia máxima y a par máximo pueden ser determinados a partir de la información del fabricante Mitsubishi Motors ya que la potencia y par obtenidos son cercanas a las características de una pickup Mitsubishi L200, cuyo motor de 2,5 cm³ turbo diesel es de 101,4 kW a 3500 rpm y 314,5 Nm a 2000 rpm, además de su coeficiente aerodinámico es de 0,46.

Para una caja de velocidades de 5 marchas para 4000 rpm y una velocidad de salida de 167 m/s la relación de transmisión es de 4,28 con una i de 0,2 (Izquierdo et al., 2016). Como el automóvil tiene 5 marchas y el factor de cambio es de 0,658 la primera será 22,8 y para la segunda marcha será 15,0. Para la tercera marcha es 9,87 mientras que para la cuarta marcha es 6,49. Y en la quinta marcha la relación es 4,28 con lo que se comprueba que las relaciones de transmisión están bien calculadas. (ver figura 1)

Los valores de resistencia gravitatoria para diferentes pendientes desde 0% hasta la máxima que para la camioneta Mitsubishi L200 es de 40% (Ver Figura 2) muestran que a partir de los 100 km/h la oposición al movimiento crece significativamente aun en el caso pendiente mínima. Para pendientes cercanas al 40% crece de manera exponencial.

La camioneta Mitsubishi L200 2006 puede tener dificultades para vencer pendientes cercanas al 40% debido a varios factores. El motor de la L200 2006 tiene una potencia máxima de 136 caballos de fuerza y un par máximo de 314 Nm. La transmisión manual de 5 velocidades puede no proporcionar la mejor relación de transmisión necesaria para mantener la tracción y la potencia en pendientes muy empinadas. La tracción del vehículo puede verse comprometida en pendientes pronunciadas, especialmente si las condiciones del terreno son difíciles, por ejemplo: barro, arena, etc.

Otro factor que influye en la dificultad para vencer pendientes pronunciadas es que la resistencia al movimiento aumenta con la pendiente y la velocidad, lo que requiere más potencia del motor para superarla. A mayor pendiente, la componente de la gravedad que actúa en contra del movimiento también aumenta. El diseño del chasis y la suspensión pueden influir en la capacidad del vehículo para vencer pendientes. Si no están optimizados para terrenos difíciles, el vehículo puede tener dificultades.

Para mejorar el rendimiento en pendientes pronunciadas, se podrían considerar actualizaciones como un motor más potente, una transmisión automática con más relaciones, mejoras en la tracción y un diseño de chasis y suspensión más robusto. Instalar una caja de cambios con una reductora baja puede proporcionar más torque y tracción en pendientes pronunciadas. Utilizar neumáticos con mejor agarre y tracción, especialmente diseñados para terrenos difíciles, puede mejorar significativamente el rendimiento en pendientes.

Mejorar la suspensión y reforzar el chasis para aumentar la estabilidad y la capacidad de tracción en terrenos difíciles. Un sistema avanzado de control de tracción puede ayudar a mantener la tracción en las ruedas motrices, evitando el deslizamiento en pendientes empinadas. Instalar frenos de mayor capacidad y mejorar el sistema de frenos para proporcionar una mayor estabilidad y control durante el ascenso en pendientes pronunciadas. Aprender y aplicar técnicas de conducción adecuadas para pendientes, como mantener una velocidad constante y utilizar la dosificación adecuada de la potencia y el torque.

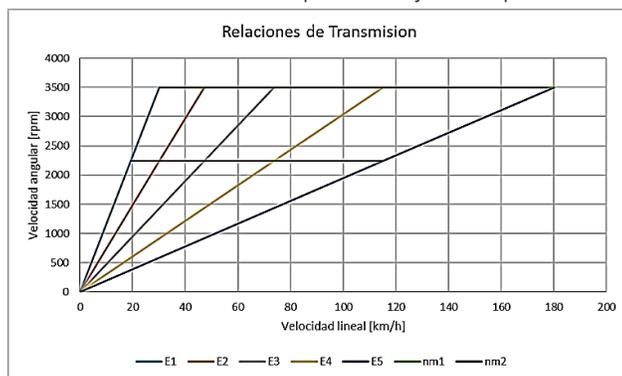


Figura 1. Relaciones de transmisión siguiendo una progresión geométrica.

Diagrama de Tracción y resistencias al movimiento: considerando los 3 tipos de resistencias (ecuaciones 1, 2 y 3) con las pendientes $J1 = 0$, $J2 = 10\%$, $J3 = 20\%$, $J4 = 30\%$ y $J5 = 40\%$:

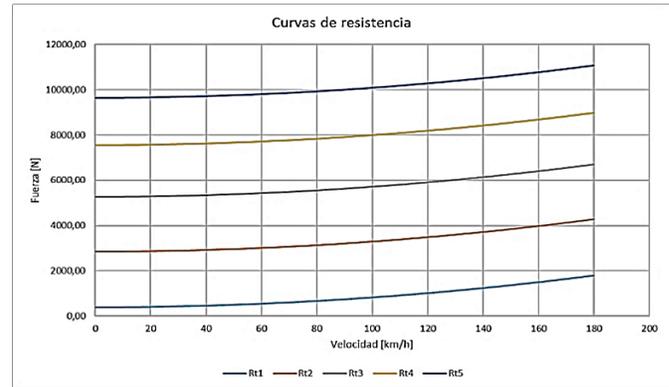


Figura 2. Curvas de resistencia para diferentes pendientes.

La curva de par y potencia respecto a la velocidad angular de un motor Diesel, como el de la Mitsubishi L200 2006, (ver figura 3) muestra cómo varían el par y la potencia del motor a diferentes velocidades de giro. El par motor indica la intensidad de tracción del motor para mover el vehículo. En general, el par máximo se alcanza a una velocidad intermedia del motor (alrededor de 2000-3000 RPM para muchos motores Diesel). A bajas rpm, el par es menor debido a la menor inercia de los gases en los cilindros. A altas rpm, el par también disminuye porque el tiempo de llenado y vaciado de los cilindros es insuficiente.

La potencia es el producto del par y la velocidad angular del motor. La potencia máxima se alcanza a una velocidad más alta que el par máximo. A bajas rpm, la potencia es baja debido al bajo par. A medida que la velocidad aumenta, la potencia también aumenta hasta alcanzar su máximo a una velocidad específica. De acuerdo a la figura 3 en la que se indica el desempeño de un motor diesel típico de origen japonés, se puede elaborar una tabla (ver tabla 1) con datos proporcionales de un comportamiento similar para el diseño de las prestaciones del vehículo.

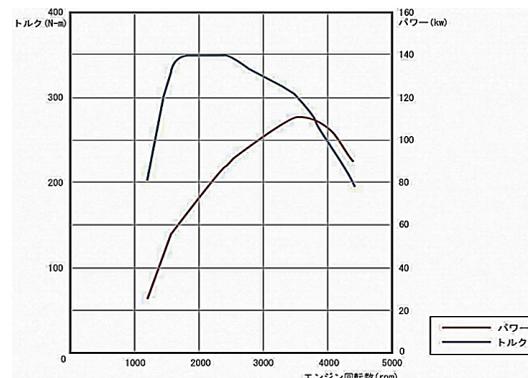


Figura 3. Curva de par y potencia respecto a velocidad angular de un motor Diesel.

Fuente: Cicconi et al. (2017).

La gráfica de la figura 4 muestra la similitud entre los datos del comportamiento calculado para el motor de la camioneta Mitsubishi L200 de 2006 en comparación con otro motor típico japonés. La figura evidencia que los mayores valores de par aparecen a partir de las de las 1500 rpm para caer nuevamente a las 3000 rpm. Se muestra además que el valor óptimo se encuentra en los 2000 rpm y alcanza un valor de 317,5 Nm.

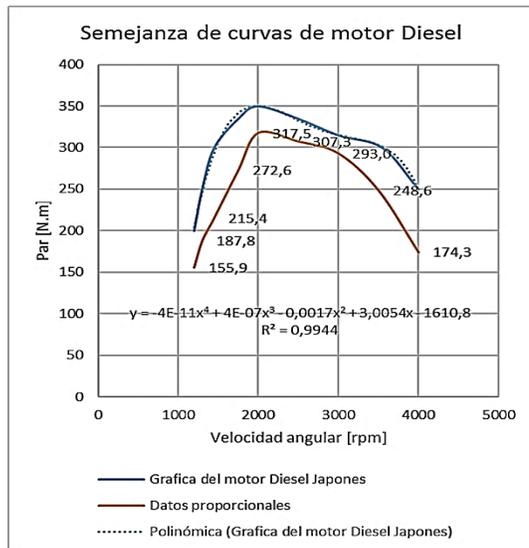


Figura 4. Curva polinómica obtenida a partir de valores tabulados del rendimiento.

Tabla 1. Valores estimados del comportamiento del par motor vs rpm.

Grafica del motor Diesel Japones									
RPM	1200	1300	1450	1750	2000	2500	3000	3550	4000
Par [N.m]	200	250	300	335	350	335	315	300	250
Datos proporcionales									
RPM	1200	1300	1450	1750	2000	2500	3000	3500	4000
Par [N.m]	155,9	187,8	215,4	272,6	317,5	307,3	293,0	248,6	174,3
RPS	20,00	21,67	24,17	29,17	33,33	41,67	50,00	58,33	66,67

Los valores de la tabla 1 se reemplazan en la ecuación 1 para obtener un sistema de ecuaciones para obtener los coeficientes del polinomio y quedaría:

$$M_a = 910,873 - 114,930 w_m + 5,882 w_m^2 - 0,114 w_m^3 + 7,458 * 10^{-4} w_m^4 \quad (E1)$$

Los resultados se grafican en la figura 5 y 6. Las curvas muestran el comportamiento de la fuerza tractiva para diferentes marchas y respecto a las relaciones de transmisión correspondientes. En la primera marcha la relación de transmisión es la más baja, lo que proporciona la mayor fuerza tractiva, pero a una velocidad más baja lo que es ideal para arrancar en pendientes pronunciadas o en terrenos resbaladizos.

Para la segunda marcha aumenta la velocidad y disminuye la fuerza tractiva en comparación con la primera marcha, pero sigue siendo adecuada para subidas moderadas. Mientras que en la tercera marcha se ofrece un equilibrio entre velocidad y fuerza tractiva, adecuada para terrenos irregulares y pendientes suaves. En la cuarta marcha, la relación de transmisión es más alta, proporcionando menos fuerza tractiva, pero permitiendo una mayor velocidad lo que es ideal para carreteras planas.

En la quinta marcha el comportamiento es similar a la cuarta, pero con una velocidad aún mayor y menos fuerza tractiva. Utilizada principalmente en carreteras rectas y bien pavimentadas y sobre todo sin cargas significativas en la caja. Para mejorar este comportamiento se puede hacer elevando la potencia y par del motor, mejorando la adherencia de los neumáticos al camino, además de la presión de inflado óptima de estos, elevando el número de marchas, mejorando la aerodinámica y bajando el centro de gravedad sin afectar significativamente su desplazamiento sin roce en caminos escabrosos.

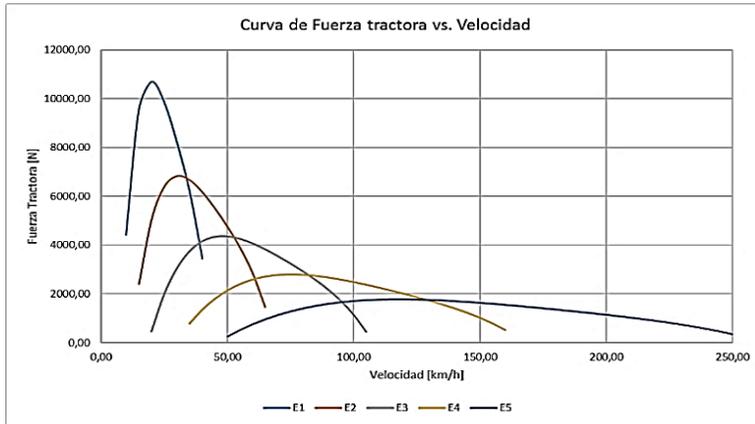


Figura 5. Curvas de fuerza tractiva para diferentes relaciones de marcha.

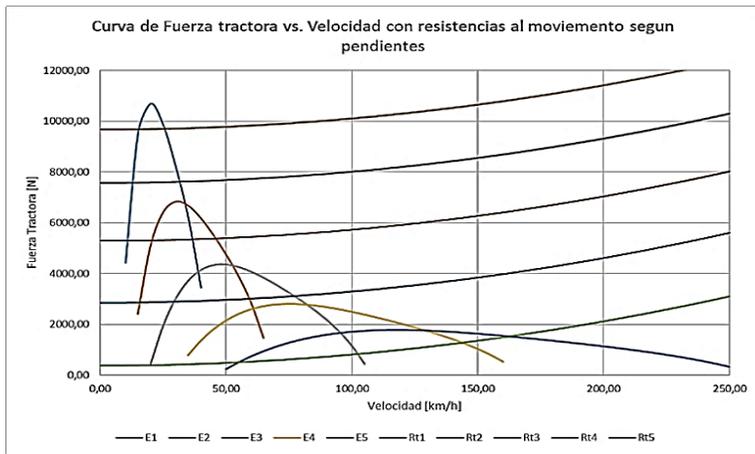


Figura 6. Curvas de fuerza tractiva para diferentes marchas con las resistencias al movimiento.

1. Curvas de equiadherencia: Utilizando las ecuaciones 23 y 24 se pueden trazar las rectas para los coeficientes de adherencia delantero y posterior, con los datos al inicio de esta sección. Mientras que la ecuación 22 será para trazar la curva parabólica que cortará los puntos en los que se produce el frenado con mayor adherencia posible.

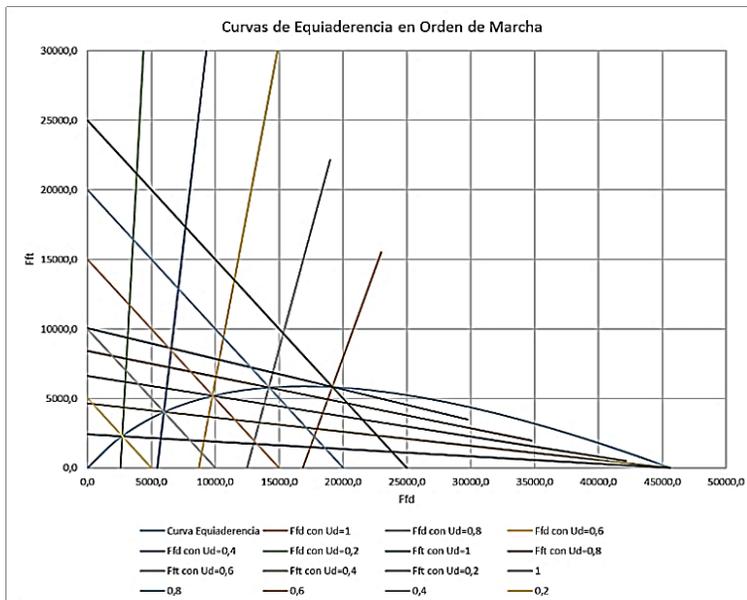


Figura 7. Curvas de equiadherencia para Orden de Marcha.

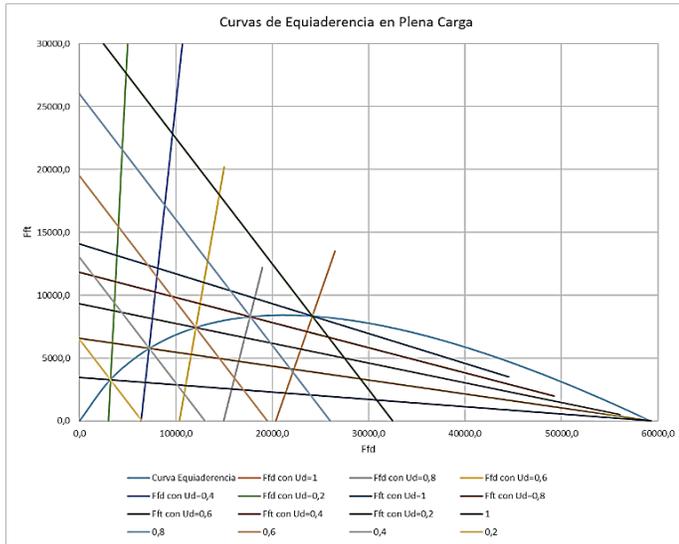


Figura 8. Curvas de equiaderencia para plena carga.

Las Velocidades límite de derrape y vuelco pueden ser obtenidas de los datos al inicio de esta sección. Por tanto, según las ecuaciones 2 y 3 las velocidades de derrape será de 6.63 m/s y la de vuelco se encuentra en 6.2 m/s.

$$V_{ld} = \sqrt{gR \frac{\mu_y \text{máx} + \tan \zeta}{1 - \mu_y \text{máx} \tan \zeta}} = \sqrt{9,8 \frac{m}{s^2} * 3,3 m * \frac{0,8 + \tan 15^\circ}{1 - 0,8 * \tan 15^\circ}} = 6,63 m \text{ (E2)}$$

$$V_{lv} = \sqrt{gR \frac{B/(2h) + \tan \zeta}{1 - B/(2h) \tan \zeta}} = \sqrt{9,8 \frac{m}{s^2} * 3,3 m * \frac{\frac{3 m}{2 * 0,225 m} + \tan 15^\circ}{1 - \frac{3 m}{2 * 0,225 m} \tan 15^\circ}} = 6,20 m/s \text{ (E3)}$$

2. Rigidez de deriva: Considerando que el vehículo a diseñar debe tener un comportamiento virador neutro y que las rigideces fluctúen entre 50 y 75 kN/rad

$$K_v = \frac{mg}{50\,000 \text{ N/rad}} - \frac{mg}{70\,000 \text{ N/rad}} = \frac{875 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2}{50\,000 \text{ N/rad}} - \frac{875 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2}{70\,000 \text{ N/rad}} = 0,049 \text{ (E4)}$$

3. Velocidad crítica: Cuando la rigidez de deriva posterior se reduce en un 8% por baja de presión en los neumáticos. Se aplica la ecuación 5 para condiciones de vehículo neutro:

$$\delta = \frac{B}{R_g} = \frac{3,0 m}{3,3 m} = 0,9 \text{ (E5)}$$

Para condiciones de baja de presión en los neumáticos, $\delta = 0,9$, y para este caso se puede afirmar que el vehículo es sobrevirador. Esto puede evitarse manteniendo la presión óptima de los neumáticos y el buen estado técnico de estos

En la ecuación 6 se puede obtener la velocidad crítica:

$$V_{crit} = \sqrt{\frac{g * B}{|K_v|}} = \sqrt{\frac{9,8 \frac{m}{s^2} * 3,0 m}{|0,049|}} = 24,49 m/s \text{ (E6)}$$

Debido a que el motor diesel indicado en la figura 4, posee características como: mayor relación de compresión, mayor eficiencia térmica, autoignición y mejor relación de torque a bajas revoluciones es ideal para camionetas que requieren una mayor capacidad de tracción de carga mecánica.

Las relaciones de transmisión indicadas en la figura 1, son fundamentales para el desempeño y rendimiento del motor. Las relaciones calculadas anteriormente optimizan el funcionamiento del motor Diesel. El control de velocidad está directamente relacionado a las condiciones de confort en la conducción y eficiencia en el consumo de combustible.

De acuerdo al diagrama de tracción y resistencia obtenido de las figuras 2, 5 y 6 se muestra que, con las resistencias de oposición al movimiento: se optimiza el rendimiento del vehículo, se diseña correctamente el sistema de tracción

integral – transfer – control de estabilidad, se mejora la eficiencia energética, aumento de la seguridad vehicular en los sistemas de frenado.

Las curvas de equiaderencia indicadas en las figuras 7 y 8 permiten diseñar sistemas de suspensión y chasis que incrementan la comodidad de los pasajeros con la disminución de vibraciones y la seguridad vehicular. Los resultados de las velocidades límite de derrape y vuelco indican que la camioneta diseñada en chasis y suspensión es segura en altas velocidades. Los resultados de la rigidez de deriva, muestran que la estabilidad direccional es la mejor para las camionetas de estas dimensiones, por lo que la respuesta al volante es favorable para el conductor.

Esto significa que la distribución de carga, balanceo y adaptabilidad en diferentes situaciones de conducción es adecuada en la categoría de las camionetas. Finalmente, los factores de la velocidad crítica son altos para este tipo de camioneta; sin embargo, la seguridad en curvas y control del vehículo sin derrapar a pesar de ser los mejores, siguen siendo inferiores a la de los vehículos sedan, por lo que el diseño y ajuste de la suspensión deberá considerar un desempeño discreto de acuerdo al tipo de terreno a circular.

CONCLUSIONES

El motor Diesel de la Mitsubishi L200, posee mayor relación de compresión, mayor eficiencia térmica, autoignición y mejor relación de torque a bajas revoluciones es ideal para camionetas que requieren mayor capacidad de tracción de carga mecánica. La curva de equiaderencia demuestra que, con el cambio de peso, las condiciones de frenado varían.

En la gráfica de fuerza tractiva se verifica que la primera relación de marcha, cumple los requerimientos para vencer una pendiente de hasta 40%, mientras que la segunda y la tercera marcha ocupan un rango medio donde se logra el ascenso a pendientes medias con carga y la relación más baja está diseñada para altas velocidades. Las velocidades de deslizamiento y vuelco calculadas para la pickup son aceptables, pero ofrece una estabilidad menor en curvas. El efecto sobrevirador ligero se produjo por la pérdida de presión en los neumáticos posteriores según lo demuestra el coeficiente de viraje negativo bajo.

Para mejorar el comportamiento general de la camioneta deberá incorporarse un motor de mayores prestaciones de potencia que permita un ascenso a pendientes más pronunciadas, mantener los neumáticos en buen estado y óptima presión de inflado de los neumáticos que eviten o minimicen el efecto de derrape y vuelco, bajar el centro de gravedad del vehículo y elevar el número de relaciones de cambio en la caja de velocidad que permite mejor rendimiento en pendientes. Instalar frenos de mayor capacidad y mejorar el sistema de frenos para proporcionar

una mayor estabilidad y control durante el ascenso en pendientes pronunciadas. Aprender y aplicar técnicas de conducción adecuadas para pendientes, como mantener una velocidad constante y utilizar la dosificación adecuada de la potencia y el torque.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balkwill, J. (2018). *Performance vehicle dynamics: Engineering and applications*. Butterworth-Heinemann, an imprint of Elsevier.
- Cicconi, P., Landi, D., & Germani, M. (2017). A virtual modelling of a hybrid road tractor for freight delivery. *Volume 12: Transportation Systems*. <https://doi.org/10.1115/IMECE2016-68013>
- Gillespie, T. (2021). *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. SAE International.
- Guiggiani, M. (2023). *The Science of Vehicle Dynamics: Handling, Braking, and Ride of Road and Race Cars*. Springer International Publishing.
- Izquierdo, F., Vera, C., & López, V. (2016). Teoría de los vehículos automóviles. Dextra.
- Jazar, R. (2019). *Advanced Vehicle Dynamics*. Springer International Publishing.
- Jazar, R. N. (2017). *Vehicle Dynamics*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53441-1>
- Kumar, A., & Gupta, A. (2021). Review of factors controlling skid resistance at tire-pavement interface. *Advances in Civil Engineering*, (1), 1–16. <https://doi.org/10.1155/2021/2733054>
- Lenzo, B. (Ed.). (2022). *Vehicle Dynamics: Fundamentals and Ultimate Trends* (Vol. 603). Springer International Publishing.
- Li, T. (2023). Vehicle/Tire/Road Dynamics. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-03829-6>
- Meywerk, M. (2015). *Vehicle Dynamics*. (1ra Ed.) Jhon Wiley and Sons Ltd.
- Minaker, B. P. (2020). *Fundamentals of vehicle dynamics and modelling: A textbook for engineers with illustrations and examples*. Wiley.
- Orozco, W. (2006). Diseño y simulación de las fuerzas de arrastre y sustentación en los autos. *PROSPECTIVA*, 4(2), 26-33. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251108005>
- Rill, G., & Castro, A. (2020). *Road vehicle dynamics: Fundamentals and modeling with Matlab®, second edition* (2.ª ed.). Taylor and Francis.
- Williams, D. (2022). *Generalized Vehicle Dynamics*. SAE International.
- Zhai, W. (2020). *Vehicle–Track Coupled Dynamics: Theory and Applications*. Springer Singapore.