



## **LABORATORIO DE DINÁMICA VEHICULAR: ESTACIONES DIDÁCTICAS CON IMPRESIÓN 3D Y/O MATERIALES DE BAJO COSTO**

### **A cargo del:**

Semillero de Investigación en Diseño y Construcción de Vehículos

### **En el marco de:**

Convocatoria interna para la financiación de proyectos Maker con enfoque educativo  
año 2025.

### **Con el apoyo de:**

La Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Extensión (VIIE)

### **Agradecimientos a:**

La Universidad Tecnológica de Pereira, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión, apoyó el desarrollo de este proyecto titulado: *Laboratorio de dinámica vehicular: estaciones didácticas con impresión 3D y/o materiales de bajo costo*, identificado con el código 30251.



## TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y SEGURIDAD DEL PILOTO EN UN IMPACTO

### I. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

Este módulo busca ofrecer una manera práctica para ilustrar cómo se transfiere la energía durante un impacto y cómo la deformación de una estructura puede absorber parte de esa energía para proteger al conductor(a). Cada persona, en un tiempo estimado de 20 minutos, realizará ensayos con un carro de juguete y un “parachoques” hecho con un vaso plástico, observando la deformación, el rebote y la transferencia de energía. Al finalizar, los estudiantes identificarán la relación entre velocidad, energía cinética y seguridad vehicular.

#### A. *Materiales*

Para el desarrollo de este módulo se utilizaron materiales sencillos y económicos para reproducir de forma segura el impacto del vehículo. La mayoría se pueden obtener con facilidad utilizando elementos reciclados y de ferretería. A continuación, se presenta la lista de elementos necesarios, junto con algunas recomendaciones de preparación previa para cada ensayo.

- Un carro de juguete.
- Un muñeco liviano.
- Tres vasos plásticos delgados (tipo PP o PET).
- Una pista inclinada de cartón rígido, MDF o madera (0.8 m de largo).
- Un tope rígido (tabla o caja de madera) para soportar el impacto.
- Marcadores permanentes y cinta adhesiva.
- Una regla milimétrica

#### B. *Instrucciones paso a paso/guía de cómo funciona*

Primero realice una revisión de los materiales necesarios para las pruebas, en caso de que falte alguno de ellos, acérquese al monitor y solicítelo. Una vez cuente con todos los componentes puede iniciar a rotular los vasos de la siguiente manera: V1, V2 y V3, como lo muestra la figura 1.



Figura 1. Vasos de prueba rotulados



Luego, identifique las tres columnas de madera que corresponden a las alturas para realizar la inclinación de pista (Figura 2). Para llevar a cabo el laboratorio, se harán pruebas desde la columna de menor altura a la columna mayor altura. Para la primera prueba, tome la columna más corta (20 cm) y ubíquela entre las guías de la base y la pista como se muestra en la figura 3.



Figura 2. Columnas de madera



Figura 3. Montaje columna de madera

Una vez la pista esté lista, tome el carro de pruebas y el vaso de prueba, en este caso, V1 y péguelo en el frente con cinta adhesiva como se muestra en la figura 4. Utilice la cinta necesaria para asegurar el vaso al vehículo y evitar que este se despegue antes del impacto, el montaje debe verse así (Figura 5).



Figura 4. Posición del vaso en el carro



Figura 5. Montaje de prueba

Para iniciar la prueba, identifique el formato de toma de datos, escriba su nombre y revise las variables a medir. En la tabla 1, deberá registrar la altura de liberación que corresponde a la altura escrita en la columna de madera. En esta tabla deberán escribir las demás variables de la prueba como la deformación del vaso, la velocidad del impacto, la energía cinética y las observaciones del impacto que serán descritas en los próximos pasos.

Ubique el montaje realizado en la línea guía de la pista como lo muestra la figura 6 y espere hasta que se permita la salida. Cuando el monitor se lo indique, libere el montaje y observe los cambios en la integridad del vaso (Figura 7).



Figura 6. Punto de inicio de la prueba



Figura 7. Resultado de la prueba

Despegue el vaso del carro y con ayuda de una regla, mida la longitud final desde la base hasta el borde como se muestra en la figura 8. Escriba las anotaciones importantes del laboratorio como se deformó, rebotó un poco, se aplastó lateralmente, entre otros, se agrietó, se partió, entre otros. Registre la longitud en la tabla 1 en mm.



Figura 8. Cambios en la longitud del vaso

Realice los cálculos de la velocidad de impacto haciendo uso de la ecuación 1. Considere la gravedad como  $9.81 \text{ m/s}^2$  y realice la conversión de la altura registrada a metros. Registre el valor en la tabla 1.

$$v = \sqrt{2gh} \quad \text{Ec.1}$$

Para la energía cinética utilice la ecuación 2, la velocidad calculada anteriormente y considere una masa de 110 g aproximadamente. Registre el cálculo en la tabla 1.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{Ec.2}$$

Repita el procedimiento anterior para cada una de las alturas restantes, de forma ascendente, es decir, desde la menor hasta la mayor. Una vez tenga la tabla 1 consolidada



(llena), puede pasar a responder las preguntas al final del documento, escribiendo su respuesta en el espacio indicado.

### ***C. Comentarios generales***

- Si el carro se detiene antes del impacto, aumenta el ángulo de la pista o revise que las ruedas giren libres.
- Si el vaso se rompe en el primer choque, reduzca la altura de liberación.
- Verifica que el vaso quede bien alineado al eje del carro; si está torcido, los resultados no serán comparables.
- No uses vasos dañados, ya que cambian su rigidez y deformación.
- No empujar el carro y liberarlo desde la línea de salida.



## II. EJECUCIÓN

En este apartado, los participantes tendrán un espacio para registrar los datos obtenidos en las pruebas, así como, una sección para responder a algunas preguntas sobre los conceptos, la aplicación en vehículos, seguridad y una reflexión final del laboratorio.

### A. Espacio para participantes

Nombre: \_\_\_\_\_

### B. Preguntas a responder

1. ¿Cómo se transforma la energía del carro durante y después del impacto?

---

---

---

---

2. ¿Qué características debería tener un parachoques real para absorber mejor la energía sin deformarse excesivamente?

---

---

---

---

---

3. ¿Por qué es importante aumentar el tiempo de contacto en un choque para proteger al conductor?

---

---

---

---

4. ¿Qué limitaciones tiene este experimento a escala frente a un accidente real de un vehículo?

---

---

---

---

Tabla 1. Registro de las pruebas

Prueba	Altura de liberación (m)	Deformación del vaso (mm)	Velocidad del impacto (m/s)	Energía cinética (J)	Observaciones del impacto*
Uno					
Dos					
Tres					
Cuatro					

\*e.g., “se aplastó lateralmente”, “rebotó poco”, entre otros.





## **LABORATORIO DE DINÁMICA VEHICULAR: ESTACIONES DIDÁCTICAS CON IMPRESIÓN 3D Y/O MATERIALES DE BAJO COSTO**

### **A cargo del:**

Semillero de Investigación en Diseño y Construcción de Vehículos

### **En el marco de:**

Convocatoria interna para la financiación de proyectos Maker con enfoque educativo  
año 2025.

### **Con el apoyo de:**

La Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Extensión (VIIE)

### **Agradecimientos a:**

La Universidad Tecnológica de Pereira, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión, apoyó el desarrollo de este proyecto titulado: *Laboratorio de dinámica vehicular: estaciones didácticas con impresión 3D y/o materiales de bajo costo*, identificado con el código 30251.



## MÓDULO PARA ANALIZAR UN CHASIS TUBULAR A ESCALA

### I. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

Este módulo permite estudiar de manera experimental cómo se distribuyen y se transfieren las cargas en una estructura reticulada sencilla construida mediante palitos de madera y uniones fabricadas en 3D. A través del armado y evaluación de la estructura, cada estudiante podrá identificar cuáles elementos trabajan a tracción y cuáles, a compresión, entendiendo como la geometría influye en la rigidez y estabilidad del sistema. Para evaluar el montaje cada estudiante someterá la estructura a diferentes condiciones de carga para observar deformaciones, fallas iniciales y modos característicos de inestabilidad.

#### A. *Materiales*

Los ensayos se desarrollan con materiales de bajo costo que permiten reproducir condiciones básicas de cargas en una estructura reticulada.

- Palitos de pincho de madera.
- Uniones impresas en 3D (Conejeros para ángulos y nodos).
- Amarras.

#### B. *Instrucciones paso a paso/guía de cómo funciona*

Antes de iniciar los ensayos, verifique que todos los materiales estén completos y en buen estado; en caso de identificar la ausencia o deterioro de algún elemento, infórmelo al monitor para su reemplazo.

A continuación, identifique las franjas de color en los palitos, tal como se muestra en la Figura 1. La marca roja corresponde a las barras que conectarán las cerchas; la verde, a las barras que se utilizarán para construir la cercha; mientras que los palitos más largos se destinan a la viga inferior y los de longitud media a la viga superior.



Figura 1. Palitos de madera para el montaje

Tome las uniones impresas en 3D e identifique los tres tipos de conectores. Cada uno tiene una función específica, por lo que es importante utilizarlos correctamente. Como se observa en la Figura 2, el conector tipo 1 tiene seis puntos de conexión, el conector tipo 2 (el más pequeño) tiene cuatro puntos de conexión y el conector tipo 3 (el más grande) también posee cuatro puntos de conexión, pero con una disposición diferente.

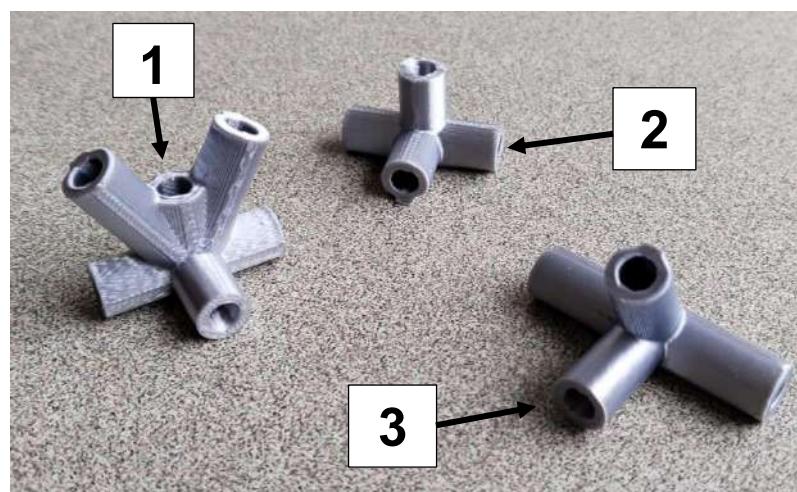


Figura 2. Tipos de conectores

Para construir la estructura, primero tome el palito más largo y prepare los conectores según se muestra a continuación:



Figura 3. Conexión base 1

Luego, repita el procedimiento para el otro lado. Al finalizar, deben tenerse dos piezas como se muestra en la siguiente figura:



Figura 4. Bases preparadas

El siguiente paso consiste en repetir el proceso utilizando los palitos medianos, que corresponden a la parte superior de la estructura. En este caso, la disposición de los conectores se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Disposición viga superior

Una vez ensambladas, se deben obtener dos piezas similares a las que se ilustran a continuación:

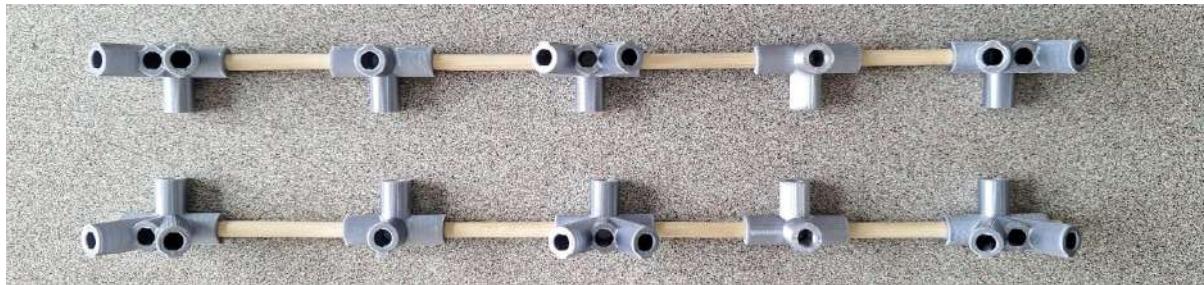


Figura 6. Vigas superiores preparadas

Tome una de las piezas ensambladas mostradas en la Figura 4 y únala con una de las piezas de la Figura 6, utilizando los palitos de color verde. En la Figura 7 se presenta un ejemplo de cómo debería quedar el montaje.

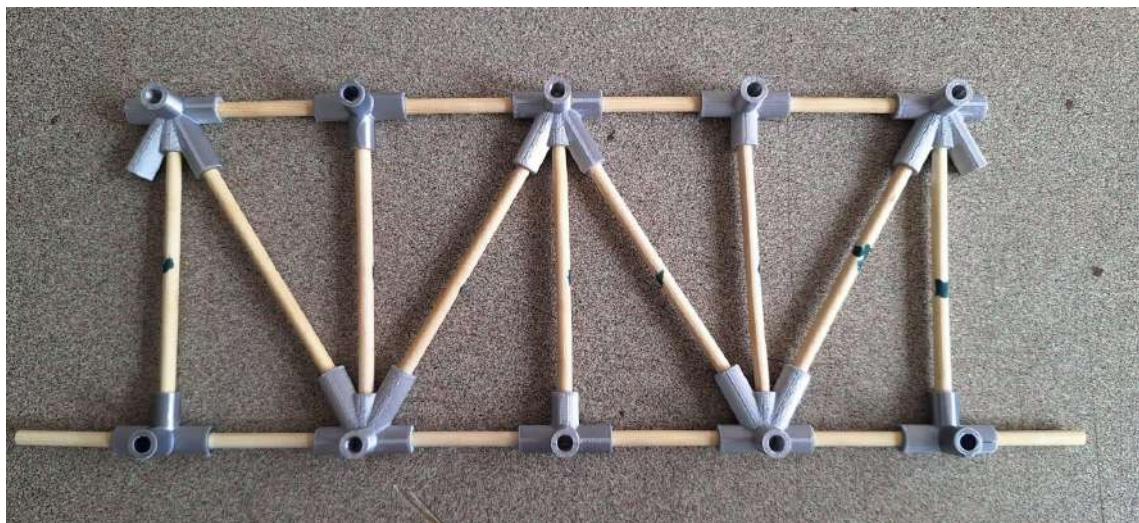


Figura 7. Ensamble 1

Repita el mismo procedimiento con las otras dos piezas hasta obtener una estructura simétrica. El paso siguiente consiste en utilizar los palitos rojos para conectar ambas mitades, tal como se observa en la Figura 8.



Figura 8. Unión entre secciones laterales

Finalmente, utilice los conectores tipo 3 para construir la parte faltante de las cerchas ubicadas a la derecha e izquierda de la estructura. Para este paso, use los palitos verdes, completando así el ensamblaje final del chasis tubular a escala.



Figura 9. Estructura completa

Por el tipo de construcción y de ensamble, se recomienda utilizar algunas amarras en la parte inferior de la estructura para evitar que se salgan las conexiones o los palitos de madera. Un ejemplo de cómo quedaría se muestra en la Figura 10.

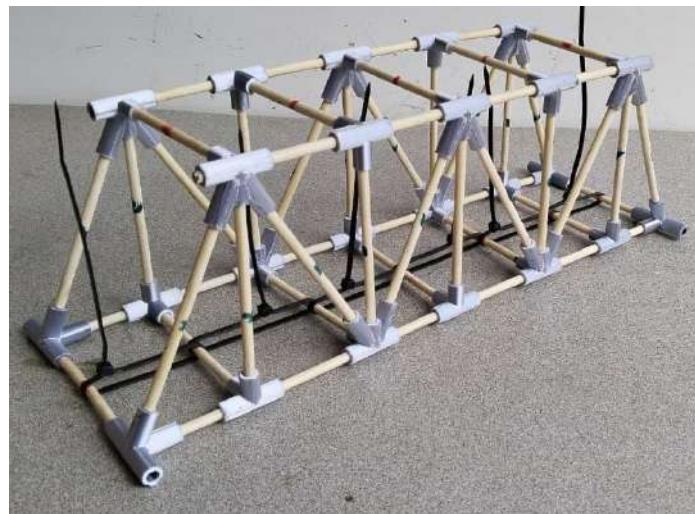


Figura 10. Estructura final

Una vez completado el montaje del chasis, se realizarán tres ensayos consecutivos aplicando diferentes masas sobre la parte superior de la estructura. El objetivo de estas pruebas es observar y registrar el comportamiento bajo distintas condiciones de carga, anotando en cada caso las deformaciones visibles y el modo de falla. Cada persona deberá anotar sus observaciones en la hoja de datos, incluyendo comentarios como: “se presentó fractura en una unión”, “no se observaron deformaciones visibles”, “se produjo el colapso total de la estructura”, entre otros. Estos registros serán la base para el análisis y la discusión final del módulo.

### **C. Comentarios generales**

- Si la estructura se deforma excesivamente con poca carga, revisa la triangulación y verifica que los palitos estén bien insertados en los conectores.
- Evita aplicar la carga de forma brusca; incrementa el peso gradualmente para observar mejor las deformaciones y los modos de falla.
- Si el chasis colapsa por pandeo de una barra, registra cuál fue la primera en fallar y su posición en la estructura.
- No reemplaces los palitos dañados durante el ensayo; conserva el modelo para el análisis posterior de la falla.
- Verifica que la carga esté centrada sobre el vano principal; una carga excéntrica puede generar torsión y resultados no comparables entre equipos.
- Revisa que las bases estén apoyadas en una superficie nivelada para evitar desplazamientos o torsiones iniciales.



## I. EJECUCIÓN

En este apartado, los participantes tendrán un espacio para registrar los datos obtenidos en las pruebas, así como, una sección para responder a algunas preguntas sobre los conceptos, la aplicación en vehículos, seguridad y una reflexión final del laboratorio.

### A. Espacio para participantes

Nombre: \_\_\_\_\_

### B. Preguntas a responder

1. ¿Por qué una estructura con triángulos es más rígida que una formada solo por cuadrados o rectángulos?

---

---

---

---

2. ¿Por qué crees que muchos carros de carreras usan chasis hechos con tubos en forma de triángulos?

---

---

---

---

3. ¿Qué precauciones se deben tener al aplicar las cargas para evitar que la estructura o el equipo se dañen?

---

---

---

4. ¿Qué aprendiste sobre cómo la forma y las uniones de una estructura influyen en su resistencia y en el momento en que falla?

---

---

---

---

Tabla 1. Registro de las pruebas

Ensayo	Masa (kg)	Observaciones*
Uno		
Dos		
Tres		

\*e.g., se presentó fractura en una unión, no se observaron deformaciones visibles, se produjo el colapso total de la estructura, entre otros





## **LABORATORIO DE DINÁMICA VEHICULAR: ESTACIONES DIDÁCTICAS CON IMPRESIÓN 3D Y/O MATERIALES DE BAJO COSTO**

### **A cargo del:**

Semillero de Investigación en Diseño y Construcción de Vehículos

### **En el marco de:**

Convocatoria interna para la financiación de proyectos Maker con enfoque educativo  
año 2025.

### **Con el apoyo de:**

La Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Extensión (VIIE)

### **Agradecimientos a:**

La Universidad Tecnológica de Pereira, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión, apoyó el desarrollo de este proyecto titulado: *Laboratorio de dinámica vehicular: estaciones didácticas con impresión 3D y/o materiales de bajo costo*, identificado con el código 30251.



## MÓDULO DE AERODINÁMICA EXPERIMENTAL CON TURBOFÁN

### I. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

Este módulo permite analizar experimentalmente cómo la variación en la velocidad y el ángulo de incidencia del flujo de aire genera fuerzas aerodinámicas sobre un perfil alar elaborado en papel. El estudiante manipula un turbofán y modifica tanto su potencia como su orientación respecto al perfil, evaluando el efecto del flujo sobre el movimiento ascendente, descendente o rotacional del modelo. El propósito es reconocer de manera tangible los principios básicos de sustentación (movimiento vertical), arrastre (movimiento horizontal) y estabilidad que intervienen en el comportamiento aerodinámico de vehículos y estructuras ligeras.

#### A. *Materiales*

Los ensayos se desarrollan con materiales de bajo costo que permiten reproducir condiciones básicas de aerodinámica y la interacción entre el fluido y el perfil.

- Hoja de papel para construir el perfil alar.
- Base en MDF para montaje de la cuerda.
- Cuerda o cabuya.
- Pitillo para permitir el desplazamiento del perfil.
- Turbofán o secador con tres niveles de potencia.

#### B. *Instrucciones paso a paso/guía de cómo funciona*

Antes de iniciar los ensayos, verifique que todos los elementos del módulo se encuentren completos y en buen estado. Si falta algún componente, informe al monitor para su reemplazo.

#### Condiciones iniciales

1. Compruebe que el turbofán tenga carga suficiente.
2. Verifique que el perfil alar pueda desplazarse libremente a lo largo de la cuerda sin interferencias.
3. Identifique los controles del turbofán:
  - **Botón de encendido:** en potencia tres requiere mantenerse oprimido.
  - **Selector de modos:** ajusta el nivel de potencia (1, 2 o 3).
  - **Indicador LED:** muestra el nivel activo de potencia.



a) Botón de encendido.  
Se debe mantener presionado  
en la posición tres de potencia

b) Botón de selector de  
modos.

c) Indicador LED.  
De menor potencia a  
mayor potencia.

Figura 1. Controles del turbofán

### Ensayo 1 – Potencia 1

Configure el turbofán en potencia 1 como se observa en la Figura 2, debe tener encendido solo un LED. Ubíquelo frente al perfil siguiendo la dirección indicada por el monitor.



Figura 2. Ensayo a potencia mínima

- Modifique el ángulo del flujo.
- Varíe la distancia entre el turbofán y el perfil.
- Observe si el perfil asciende, gira o permanece inestable.
- Registre las observaciones más importantes en la tabla 1.

### Ensayo 2 – Potencia 2

Ajuste el turbofán a potencia 2 (Figura 3). Debe tener encendido dos LED.



Figura 3. Ensayo a potencia intermedia

- Repita las variaciones de ángulo y distancia.
- Compare el comportamiento del perfil frente al ensayo anterior.
- Escriba sus observaciones en la tabla 1.

### Ensayo 3 – Potencia 3

Configure el turbofán en potencia 3 (Figura 4), todos los LED deben estar encendidos. Recuerde que en este nivel debe mantener presionado el botón de encendido, que se encuentra en la parte delantera del mango.



Figura 4. Ensayo a potencia máxima

- Repita el procedimiento modificando ángulo y distancia.
- Documente cualquier cambio en movimiento, estabilidad o tendencia del perfil.
- Registre sus principales observaciones en la tabla 1.



### ***C. Comentarios generales***

- Verifique que el perfil alar se desplace sin fricción adicional en la cuerda; cualquier interferencia altera la respuesta del ensayo.
- Mantenga una distancia mínima entre el turbofán y la cuerda para evitar inestabilidad por vibraciones de la estructura.
- Controle la orientación del flujo, ya que variaciones pequeñas en el ángulo modifican de forma apreciable la sustentación (fuerzas verticales) y el momento (rotación) que actúa sobre el perfil.
- No permita que el flujo incida directamente sobre la cuerda o los soportes, porque esto genera perturbaciones que afectan la interpretación del movimiento.



## I. EJECUCIÓN

En este apartado, los participantes tendrán un espacio para registrar los datos obtenidos en las pruebas, así como, una sección para responder a algunas preguntas sobre los conceptos, la aplicación en vehículos, seguridad y una reflexión final del laboratorio.

### A. Espacio para participantes

Nombre: \_\_\_\_\_

### B. Preguntas a responder

1. ¿Qué cambia en el movimiento del perfil cuando el aire llega con diferente ángulo o velocidad?

---

---

---

---

2. ¿Cómo crees que este comportamiento del perfil ayuda a entender por qué los carros de competición usan alerones o partes que desvían el aire?

---

---

---

---

3. ¿Qué cuidados debes tener al usar el turbofán para evitar accidentes o daños en el equipo?

---

---

---

---

4. ¿Qué fue lo más importante que aprendiste sobre cómo el aire puede mover o levantar un objeto sencillo como el perfil de papel?

---

---

---

---

Tabla 1. Registro de las pruebas

Ensayo	Observaciones*
Uno	
Dos	
Tres	

\*e.g., no se eleva, intenta subir, gira, es necesario modificar el ángulo del turbofán, entre otros.





## **LABORATORIO DE DINÁMICA VEHICULAR: ESTACIONES DIDÁCTICAS CON IMPRESIÓN 3D Y/O MATERIALES DE BAJO COSTO**

### **A cargo del:**

Semillero de Investigación en Diseño y Construcción de Vehículos

### **En el marco de:**

Convocatoria interna para la financiación de proyectos Maker con enfoque educativo  
año 2025.

### **Con el apoyo de:**

La Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Extensión (VIIE)

### **Agradecimientos a:**

La Universidad Tecnológica de Pereira, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión, apoyó el desarrollo de este proyecto titulado: *Laboratorio de dinámica vehicular: estaciones didácticas con impresión 3D y/o materiales de bajo costo*, identificado con el código 30251.



## MÓDULO PARA ANALIZAR EL EFECTO DE LA FRICTION, EL AGARRE Y LA INCLINACIÓN DE UNA PISTA

### I. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

Este módulo permite estudiar de manera experimental cómo varía la tracción de las ruedas cuando se modifica el material de la superficie de rodadura y cómo la inclinación de una pista condiciona la capacidad de ascenso de un vehículo. Cada estudiante realizará ensayos controlados empleando un vehículo de fricción (pull-back) y una pista inclinada con tres tipos de superficie. El objetivo es observar la relación entre el ángulo de la rampa, la fricción, la pérdida de agarre, la velocidad resultante y las limitaciones mecánicas del vehículo de prueba.

#### A. *Materiales*

Los ensayos se desarrollan con materiales de bajo costo que permiten reproducir condiciones básicas de fricción estática y cinética en diferentes superficies.

- Vehículo de fricción (pull-back).
- Pista inclinada de cartón rígido, MDF o madera (longitud mínima: 0.8 m).
- Tabla o transportador para medición del ángulo de inclinación.
- Superficies intercambiables: madera, cartón/lija, acetato.
- Aceite de cocina (para reducir la fricción).
- Paño o servilleta para aplicar y retirar el aceite.

#### B. *Instrucciones paso a paso/guía de cómo funciona*

Antes de iniciar los ensayos, verifique que todos los materiales se encuentren completos y en buen estado; si identifica la ausencia de algún elemento, infórmelo al monitor para que sea suministrado. Confirme que el vehículo de fricción (pull-back) funcione correctamente, que las cuatro ruedas giren libremente y que el mecanismo interno no presente bloqueo. Para el primer ensayo, ubique la rampa con una inclinación de  $5^\circ$  y utilice la superficie de madera como condición inicial. En la Figura 1, se presenta un ejemplo de cómo debería quedar el ensayo.



Figura 1. Superficie de madera e inclinación de la rampa



Dé cuerda al vehículo desplazándolo hacia atrás sobre la misma rampa, manteniendo siempre el contacto entre las ruedas y la superficie para asegurar una distancia de carga constante. Siga la línea de acción como se muestra en la Figura 2.

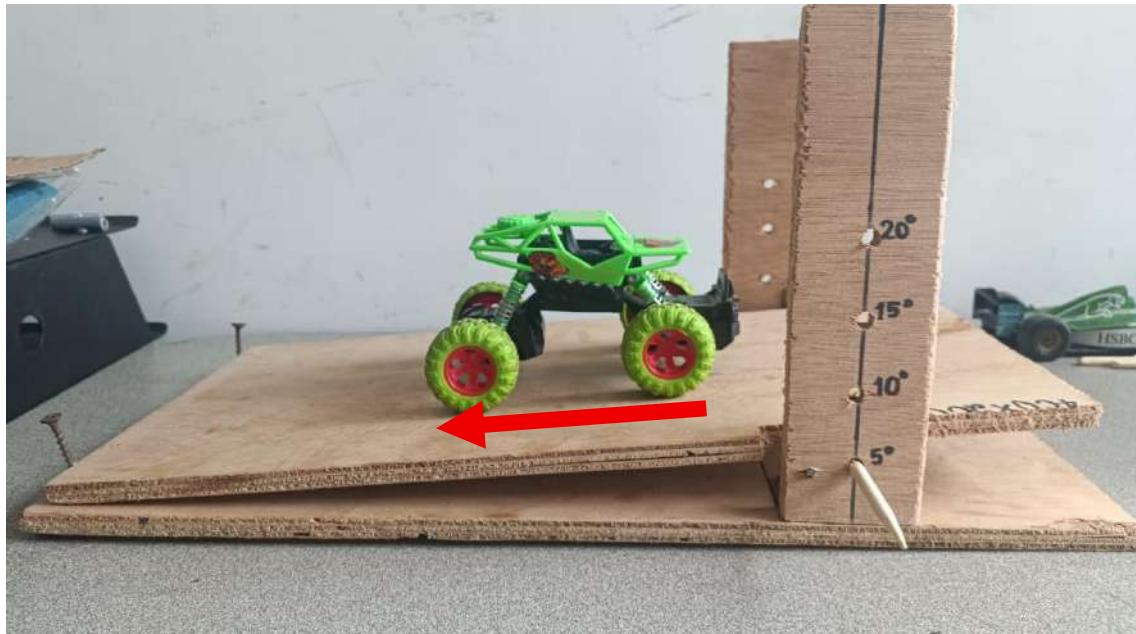


Figura 2. Movimiento de carga

Para mantener la misma distancia de carga, empiece por la parte superior y termine en la parte inferior, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Posición inicial y final del movimiento de carga. De derecha a izquierda.

Mantenga el contacto entre la superficie de la rampa y las ruedas para no perder parte del impulso, como se ilustra en la Figura 4.

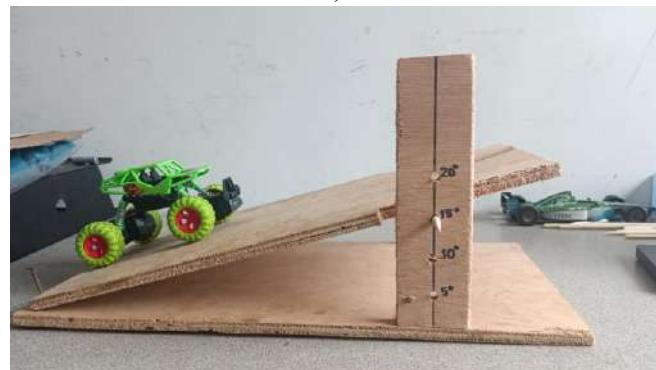


Figura 4. Punto de partida para las pruebas

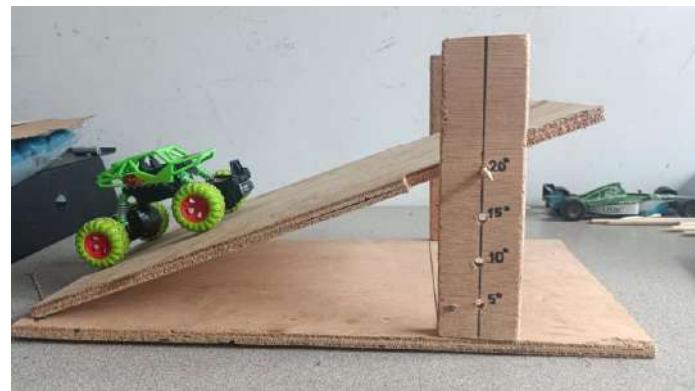
Una vez cargado, suelte el vehículo desde la parte inferior sin ejercer ninguna fuerza adicional y registre en la Tabla 1 si asciende o no, así como cualquier desviación o pérdida de tracción observada. Repita este procedimiento para los ángulos de  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  y  $20^\circ$  como se muestra en la Figura 5.



a)  $10^\circ$



b)  $15^\circ$



c)  $20^\circ$

Figura 5. Cambios y pruebas en la inclinación de la rampa

Para el segundo ensayo, instale la superficie de cartón o lija y regrese la rampa al ángulo inicial de  $5^\circ$  como se presenta en la Figura 6.



Figura 6. Superficie de cartón e inclinación de la rampa a  $5^\circ$

En esta configuración no se recomienda cargar el vehículo directamente sobre la rampa porque la superficie puede deteriorarse; en este sentido, se deberá darle cuerda en una superficie diferente, sujetando las ruedas para evitar pérdida de impulso. Posteriormente, libere el vehículo desde la parte baja de la rampa y registre nuevamente su comportamiento para cada uno de los ángulos establecidos, tal como en el ensayo anterior.

Para el tercer ensayo, coloque la superficie de acetato a  $5^\circ$  y aplique una capa uniforme de aceite utilizando un paño o servilleta. Tome como ejemplo la Figura 7.



a) superficie con aceite



b) acetato y rampa a 5 °

Figura 7. Preparación para la prueba tres

Debido a la baja fricción generada por esta condición, el vehículo debe cargarse fuera de la rampa sujetando las ruedas para asegurar un almacenamiento adecuado de energía. Entre cada intento, limpie las llantas para retirar el aceite adherido y garantizar que el impulso inicial sea consistente en todas las pruebas. Libere el vehículo y registre en la Tabla 1 si logra ascender, además de las observaciones correspondientes.

Repita el procedimiento para los ángulos restantes y, una vez finalizado, continúe con las preguntas orientadoras propuestas al final del documento.

### C. Comentarios generales

- Si el vehículo de fricción (pull-back) no asciende aún en ángulos bajos, verifique que las ruedas giren libres y que el mecanismo haya sido cargado con la misma distancia en cada intento.
- No empuje el vehículo en ninguna condición; siempre debe liberarse desde la línea inicial para evitar introducir energía adicional que altere los resultados.



## I. EJECUCIÓN

En este apartado, los participantes tendrán un espacio para registrar los datos obtenidos en las pruebas, así como, una sección para responder algunas preguntas sobre los conceptos, la aplicación en vehículos, seguridad y una reflexión final del laboratorio.

### A. Espacio para participantes

Nombre: \_\_\_\_\_

### B. Preguntas a responder

1. **¿Cómo influye la fricción entre la rueda y la superficie en la capacidad de un vehículo para transmitir fuerza y ascender una rampa, y por qué este efecto se hace más evidente al aumentar el ángulo de inclinación?**

---

---

---

2. **En un vehículo real, ¿qué elementos del diseño (llantas, suspensión, peso, distribución de carga, tipo de superficie) se modifican o se controlan para garantizar tracción adecuada en pendientes pronunciadas o superficies con bajo agarre?**

---

---

---

3. **¿Qué riesgos pueden presentarse en una carretera real cuando un vehículo pierde agarre por una baja fricción (aceite, agua, gravilla) y qué acciones preventivas o de conducción segura permiten reducir estos riesgos?**

---

---

---

4. **Después de realizar los ensayos, ¿cómo cambia su percepción sobre la importancia del agarre en la estabilidad y el control de un vehículo, y qué aprendizajes pueden trasladar de este ejercicio a contextos de ingeniería o situaciones cotidianas de movilidad?**

---

---

---



Tabla 1. Registro de las pruebas

<b>Material</b>	<b>Ángulo (°)</b>	<b>Sube</b>	<b>No sube</b>	<b>Observaciones*</b>
<b>Madera</b>	5			
	10			
	15			
	20			
<b>Cartón/ lijा</b>	5			
	10			
	15			
	20			
<b>Acetato</b>	5			
	10			
	15			
	20			

\*e.g., El vehículo no sigue una línea recta, se sale de la pista o no sube completamente la rampa

