

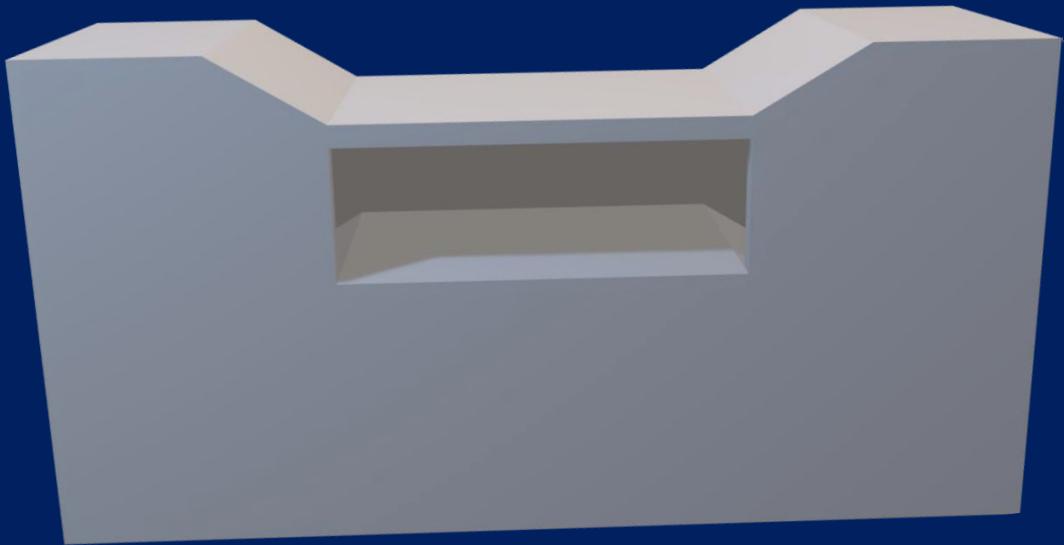


INGENIERÍA

# **PROYECTOS II**

## **TÚNEL DE VIENTO**

# TÚNEL DE VIENTO



# PROYECTOS II

MTRA. VANESSA COB GUTIÉRREZ

PARCIAL UNO. CAPITULO I, II & III

ING. AUTOMOTRIZ

A 01 DE ABRIL DEL 2025



## ÍNDICE

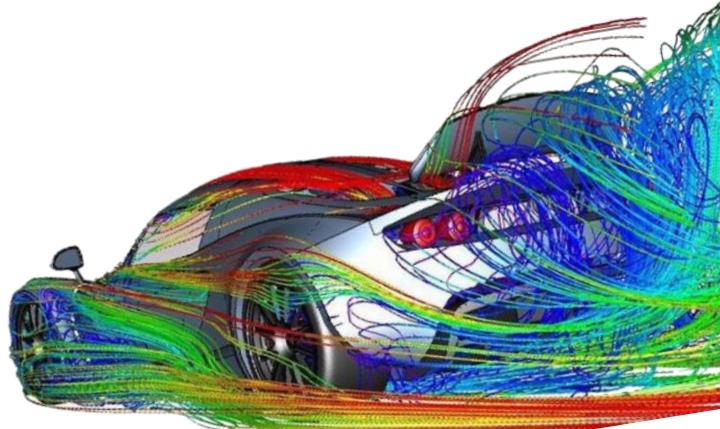
|  |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b>      | 5                             |
| <b>CAPITULO I</b>                            | 5                             |
| <b>I.I ANÁLISIS SITUACIONAL</b>              | 6                             |
| <b>I.II GENERACIÓN DE IDEAS</b>              | 6                             |
| <b>I.III ALTERNATIVAS A LA DECISIÓN</b>      | 6                             |
| <b>I.IV VENTAJAS Y DESVENTAJAS</b>           | 7                             |
| <b>CAPITULO II</b>                           | 9                             |
| <b>II.I PALABRAS CLAVE</b>                   | 10                            |
| <b>II.II FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> | 11                            |
| <b>II.IV JUSTIFICACIÓN</b>                   | 15                            |
| <b>II.III OBJETIVOS</b>                      | 15                            |
| <b>CAPITULO III</b>                          | ¡Error! Marcador no definido. |
| <b>III.I MATERIALES</b>                      | 20                            |
| <b>III.II DISEÑO</b>                         | ¡Error! Marcador no definido. |
| <b>III.I COTIZACIÓN Y COMPRA</b>             | 25                            |
| <b>III.IV ELABORACIÓN</b>                    | 27                            |
| <b>III.I BIBLIOGRAFÍA</b>                    | 28                            |
| <b>III.II INTEGRANTES</b>                    | 28                            |

# CAPITULO I

**ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

## I.I ANÁLISIS SITUACIONAL

El desarrollo de tecnologías orientadas a la seguridad y eficiencia en el sector automotriz es importante para mejorar el desempeño y la protección de los usuarios. En este, los proyectos como el desarrollo de túneles de viento, sistemas de frenado avanzados y sistemas de aviso de presión desempeñan un papel fundamental.



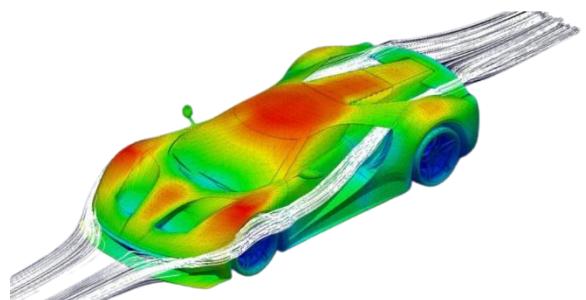
## I.II GENERACIÓN DE IDEAS

Para el desarrollo de cada uno de los proyectos, se llevó a cabo un análisis detallado de los aspectos positivos y negativos de cada iniciativa. Se consideraron factores clave como la construcción, la elaboración y las pruebas, abarcando aspectos económicos, factibilidad técnica y viabilidad operativa (Anexo 1.1 y Tabla 1.4.2).

## I.III ALTERNATIVAS A LA DECISIÓN

### 1 TÚNEL DE VIENTO

Un Túnel de Viento es una instalación que simula el flujo de aire alrededor de un vehículo para estudiar su aerodinámica. Se usa para reducir la resistencia al viento, mejorar la estabilidad y optimizar el consumo de combustible (Imagen 1.3.1).



1.3.1 AERODINÁMICA DE UN AUTOMÓVIL

## 2

# PRESIÓN DE NEUMÁTICOS

El sensor de presión de neumáticos monitorea la presión de las llantas y alerta al conductor cuando está fuera del rango recomendado. Ayuda a mejorar la seguridad, optimizar el consumo de combustible, prolongar la vida útil de los neumáticos (Imagen 1.3.2).



2.3.2 TESTIGO DE BAJA PRESIÓN NEUMÁTICOS

## 3

# SISTEMA DE FRENADO

Un sistema de frenado es un conjunto de componentes que permite reducir la velocidad o detener un vehículo de manera segura, garantizando la seguridad de los ocupantes y otros usuarios de la vía (Imagen 1.3.3)



1.3.3 SISTEMA DE FRENADO

## I.IV VENTAJAS Y DESVENTAJAS

En la siguiente tabla se presentan las ventajas y desventajas que se tiene para cada desarrollo de los siguientes proyectos

|   | TÚNEL DE VIENTO   | PRESIÓN DE NEUMATICOS  | SISTEMA DE FRENADO  |
|---|---|--|---|
| D<br>E<br>S<br>V<br>E<br>N<br>T<br>A<br>J<br>A<br>S | <b>Resultados:</b> Los resultados requieren cierta interpretación matemática.<br><b>Electrónica:</b> La electrónica tiene un coste alto.+++<br><b>Materiales:</b> Sus costes son variados y dependen del diseño.<br><b>Construcción:</b> Requiere una estructura sellada. | <b>Resultados:</b> Los resultados dependen de la electrónica.<br><b>Electrónica:</b> Se requieren componentes con un cierto coste.<br><b>Materiales:</b> Los materiales requieren un coste alto.<br><b>Construcción:</b> Requiere diseñar un sistema electrónico que se relacione con la llanta. | <b>Resultados:</b> Para presentar los resultados se requiere conocimiento en física<br><b>Electrónica:</b> No cuenta con electrónica o poca electrónica.<br><b>Materiales:</b><br><b>Construcción:</b> Su construcción es compleja. |

V  
E  
N  
T  
A  
J  
A  
S

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Resultados:</b> sus resultados son más perceptibles y visuales.<br><b>Electrónica:</b> No requiera una gran cantidad de conocimiento en programación.<br><b>Materiales:</b> Es accesible su construcción.<br><b>Construcción:</b> No requiere piezas complejas. | <b>Resultados:</b> Son intuitivos y perceptibles.<br><b>Electrónica:</b> No se requiere mucha programación.<br><b>Materiales:</b> Los materiales son fáciles de conseguir.<br><b>Construcción:</b> Son fáciles de construir. | <b>Resultados:</b> Los resultados son visuales e intuitivos.<br><b>Electrónica:</b> No se requiere electrónica.<br><b>Materiales:</b> Libertad del diseño y selección de materiales.<br><b>Construcción:</b> Su construcción a comparación de los demás puede ser más escalable. |
|--|--|--|

|              |   | PROYECTO I<br>TÚNEL DE VIENTO | PROYETO II<br>SENSOR DE<br>PRESIÓN DE<br>NEUMÁTICOS | PROYECTO III<br>SISTEMA DE<br>FRENADO |
|--------------|---|-------------------------------|---|---------------------------------------|
| MATERIALES   | 3 | 4                             | 3   |                                       |
| FACTIBILIDAD | 2 | 3                             | 3   |                                       |
| DINERO       | 3 | 3                             | 2   |                                       |
| TIEMPO       | 2 | 4                             | 4   |                                       |
| TECNOLOGIA   | 3 | 3                             | 4   |                                       |

TABLA 1.4.2 TABLA DE ANÁLISIS SITUACIONAL

# **CAPITULO II**

## **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

## II.I PALABRAS CLAVE

### AERODINÁMICA

Rama de la física que estudia cómo el aire interactúa con los objetos en movimiento. Se aplica en diversos ámbitos, como la aeronáutica, el automovilismo y el ciclismo.

### RENDIMIENTO

Capacidad de alcanzar los resultados deseados en relación con los recursos utilizados

### ZONA DE PRUEBA

La zona de pruebas de un túnel de viento es el área donde se realizan las pruebas de los objetos que se van a someter al flujo de aire

### CAMARA DE CONTRACCIÓN

La zona de contracción en un túnel de viento es la parte donde se reduce la sección del flujo de aire, acelerándolo hasta la velocidad deseada

### DIFUSOR

Área del túnel de viento donde se aumenta la entrada de aire y se reduce la velocidad de esta. El objetivo del difusor es reducir la velocidad expandiendo el fluido y recuperando la presión estática.

### EFICIENCIA

La eficiencia es la capacidad de lograr un objetivo utilizando los mínimos recursos posibles.

### VENTILADOR

Los ventiladores en túneles de viento se utilizan para generar corrientes de aire a alta velocidad, con el fin de probar productos en un entorno controlado.

### FLUJO DE AIRE

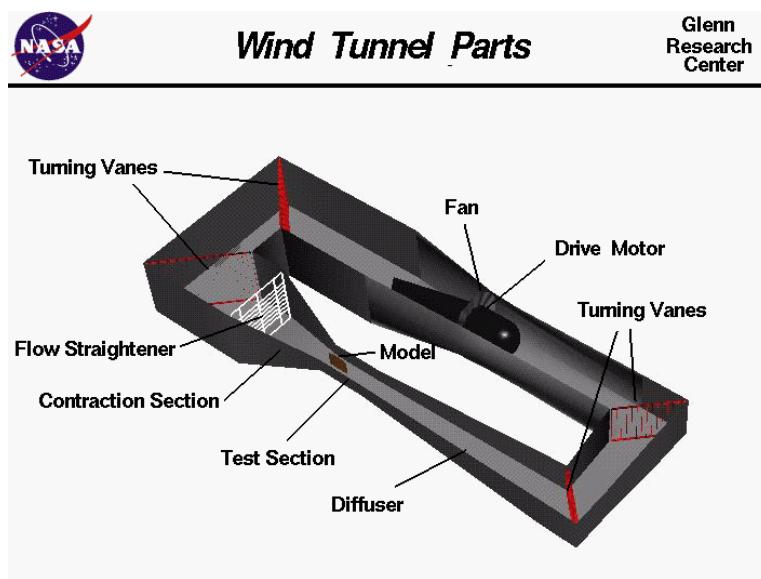
Cantidad de aire que pasa por un dispositivo en un determinado periodo de tiempo. Se puede medir en volumen o masa.

## TÚNEL DE VIENTO

Los aerodinamistas utilizan túneles de viento para probar modelos de aeronaves propuestas. En el túnel, el ingeniero puede controlar cuidadosamente las condiciones del flujo que afectan las fuerzas sobre la aeronave. Al realizar mediciones precisas de las fuerzas en el modelo, el ingeniero puede predecir las fuerzas en la aeronave a escala real.

Los túneles de viento están diseñados para un propósito específico y un rango de velocidad determinado. Existe una gran variedad de tipos de túneles de viento e instrumentos de medición para modelos.

El aire dentro del túnel (Imagen 2.2.1) se mueve gracias al ventilador ubicado en el extremo opuesto del túnel. Al salir del ventilador, el aire es dirigido en las esquinas por alabes de giro. Estos alabes forman una cascada de perfiles aerodinámicos que minimizan la pérdida total de presión en las esquinas.



2.2.1 PARTES DEL TÚNEL DE VIENTO

El aire pasa a través de enderezadores de flujo antes de entrar a la sección de prueba. La función de los enderezadores de flujo es hacer que el flujo en la sección de prueba sea lo más uniforme posible.

La sección de prueba es la parte del túnel de viento donde se coloca el modelo. La sección de prueba tiene el área de sección transversal más pequeña y la velocidad más alta dentro del túnel. Al salir de la sección de prueba, el aire entra en el difusor, donde se expande y se desacelera antes de regresar al ventilador.

El flujo de aire a través de este túnel va de derecha a izquierda. La parte más grande, ubicada en el extremo derecho del túnel, se llama **campana de entrada** (*bellmouth*). En este túnel, los enderezadores de flujo están colocados en la entrada de la campana de entrada, como se muestra aquí. (Imagen 2.2.2)



2.2.2 ENDEREZADOS DE FLUJO(FILTRO)

## TIPOS DE TÚNELES DE VIENTO

Existen diversos tipos de túneles de viento, clasificados principalmente según la velocidad del flujo de aire que pueden generar:

- **Túneles de viento subsónicos:** Operan a velocidades inferiores a la del sonido (menos de Mach 1). Son utilizados para probar aeronaves y vehículos que operan a velocidades moderadas (Imagen 2.2.3).



Subsonic, Closed Return



Subsonic  
Open Return  
Full Scale



Subsonic  
Open Return  
Smoke Tunnel

2.2.3 TÚNEL DE VIENTO SUBSÓNICO

- **Túneles de viento transónicos:** Funcionan en el rango de velocidades cercanas a la del sonido (alrededor de Mach 0.8 a 1.2). Son esenciales para estudiar fenómenos que ocurren cuando se aproxima o se supera ligeramente la barrera del sonido (Imagen 2.2.4).



2.2.4 TÚNEL DE VIENTO TRANSÓNICO

- **Túneles de viento supersónicos:** Capaces de generar flujos de aire que superan la velocidad del sonido (Mach 1 a 5). Se emplean para investigar el comportamiento aerodinámico de vehículos que operan a altas velocidades (Imagen 2.2.5).



2.2.5 TÚNEL DE VIENTO SUPERSÓNICO

- **Túneles de viento hipersónicos:** Diseñados para velocidades muy superiores a la del sonido (más de Mach 5). Son cruciales para el estudio de vehículos espaciales y misiles que reentran en la atmósfera terrestre a velocidades extremas (Imagen 2.2.6).



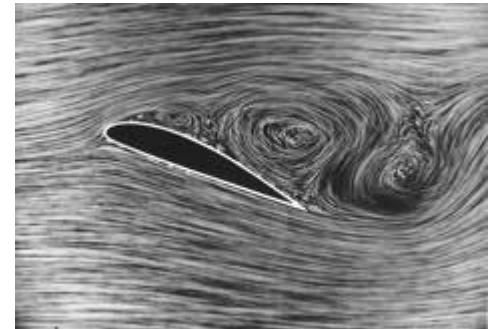
2.2.6 TÚNEL DE VIENTO HIPERSÓNICO

# APLICACIONES PARA LOS TÚNELES DE VIENTO

Los Túneles de vientos tienen una gran variedad de aplicaciones dentro de la industria. Se presentarán:

## INDUSTRIA AEROESPACIAL (IMAGEN 2.2.7)

- Diseño y pruebas de aeronaves: Optimización de la aerodinámica de aviones, helicópteros y drones.
- Simulación de reentrada atmosférica: Evaluación del comportamiento de cápsulas espaciales y transbordadores al volver a la Tierra.
- Desarrollo de cohetes y misiles: Mejora de la estabilidad y reducción del arrastre aerodinámico.



2.2.7 PRUEBA DE ALERÓN EN AVIÓN

## INGENIERÍA CIVIL (IMAGEN 2.2.8)

Se usa en la siguiente industria para:

- Determinar cargas estáticas y dinámicas del viento sobre puentes y otras estructuras.
- Se usa para determinar las cargas de viento que se realizan en las infraestructuras para reducirlas.
- Se usa para evitar

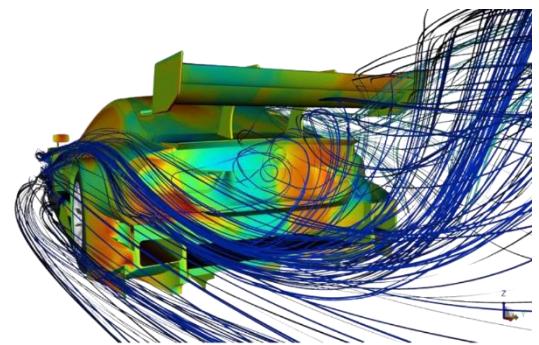


2.2.8 INGENIERO GATOCIVIL

## INDUSTRIA AUTOMOTRIZ (IMAGEN 2.2.9)

Se usa en la siguiente industria para:

- Reducción de la resistencia al aire: Mejora de la eficiencia energética en autos eléctricos y convencionales.
- Optimización del rendimiento de autos deportivos: Aumento de la carga aerodinámica para mayor estabilidad en curvas.
- Control de ruido aerodinámico: Reducción del



2.2.9 PRUEBA AERODINÁMICA EN PORSCHE

## II.III OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un sistema que simule un Túnel de viento funcional a escala que demuestre el gran impacto de estas tecnologías en la industria Automotriz. (Imagen 2.3.1).



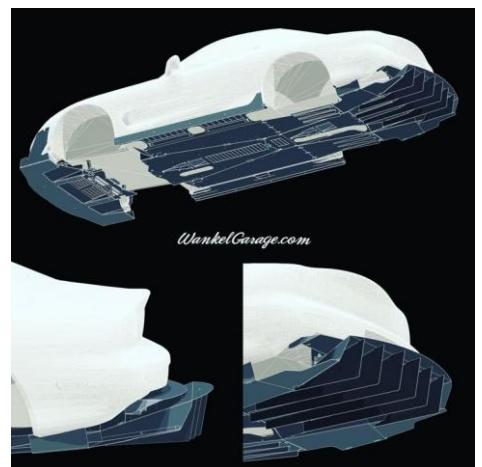
2.3.1 TÚNEL DE VIENTO SUBSÓNICO A ESCALA

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desarrollar un Túnel de viento, aplicando conocimientos en Autotrónica para el control del aire.
- Seleccionar y montar los componentes eléctricos y mecánicos, para un correcto funcionamiento.
- Documentar el proceso de diseño y construcción del Túnel de viento, asegurando que todos los pasos sean claramente explicados y respaldados por datos y análisis.

## II.IV JUSTIFICACIÓN

Los Túneles de Viento dentro de la ingeniería automotriz permite la reducción de la resistencia al aire en vehículos, donde se busca mejorar la eficiencia en cuanto al combustible y la reducción de emisiones que puedan dañar el medio ambiente. También se busca la constante actualización de la tecnología y estas pruebas permiten obtener avances tecnológicos para el desarrollo de nuevos vehículos. Los Túneles de viento también son usados en la ingeniería mecánica, civil, aeronáutica y espacial por lo que es de suma importancia. Este tipo de proyectos fomentan la formación académica de estudiantes.

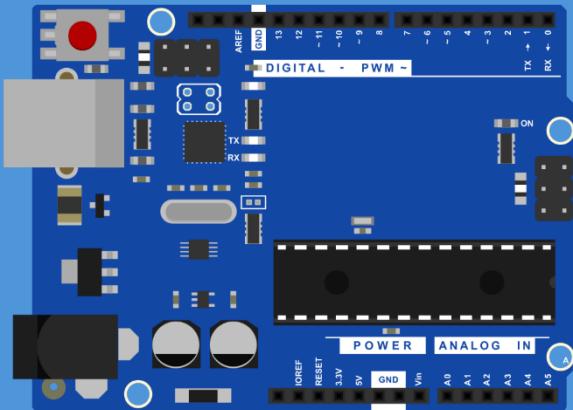


# CAPITULO III

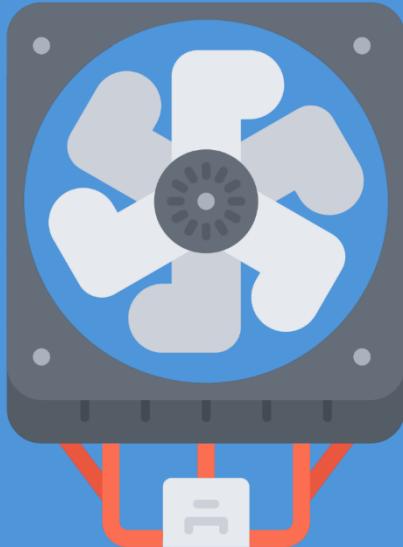
## DESARROLLO

# TÚNEL DE VIENTO

## COMPONENTES



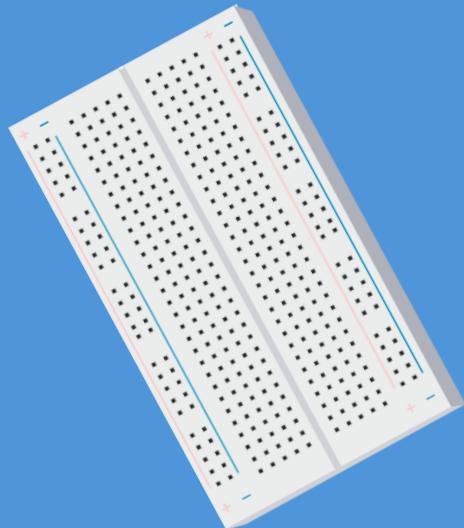
ARDUINO UNO



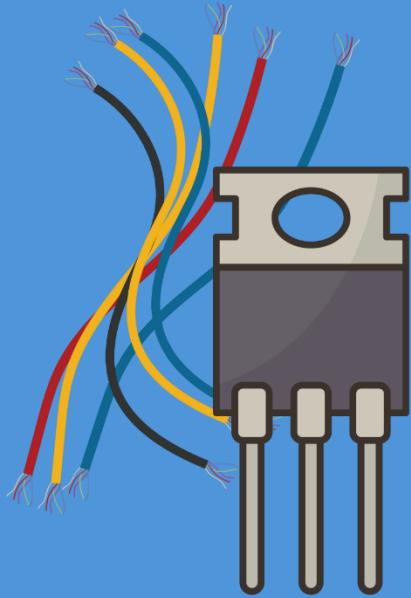
VENTILADOR 24V



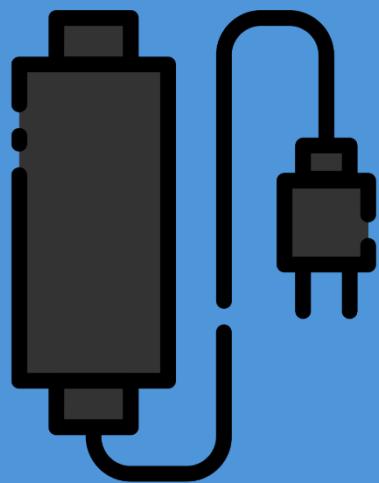
**POTENCIOMETRO 20KOHM**



**PLACA DE PRUEBAS**



## MODULO MOSFET IRF520 Y CABLES



ALIMENTACIÓN 24 V

### III.I ENLISTADO

#### ALIMENTACIÓN Y POTENCIA

- Fuente de alimentación de 24V DC (para el ventilador)
- Regulador de voltaje DC-DC (step-down) (de 24V a 5V para el microcontrolador)
- Batería o fuente de 5V DC (para alimentar el circuito de control)

#### COMPONENTES PRINCIPALES

- Ventilador de 24V (12x12 cm, de 3 o 4 pines si tiene control PWM)
- Microcontrolador (Arduino)
- Diodo flyback 1N4007 (para proteger el MOSFET de picos de voltaje)

#### SENSORES Y CONTROL

- Potenciómetro de 20kΩ (para control manual de la velocidad)
- Fotodiodo

#### COMPONENTES ELECTRÓNICOS

- Resistencias de 1kΩ (para dividir voltajes)
- Capacitores cerámicos de 0.1µF y electrolíticos de 100µF (para estabilización del circuito)

#### CONECTIVIDAD Y PROTOTIPADO

- Protoboard (para pruebas antes de soldar)
- Cables de protoboard (macho-macho y macho-hembra)
- Conectores tipo jumpers (para conexiones más seguras)
- Placa PCB o baquelita (para armar el circuito final)

#### OTROS MATERIALES

- Soldadura y cautín (para la versión final)
- Multímetro (para verificar voltajes y conexiones)

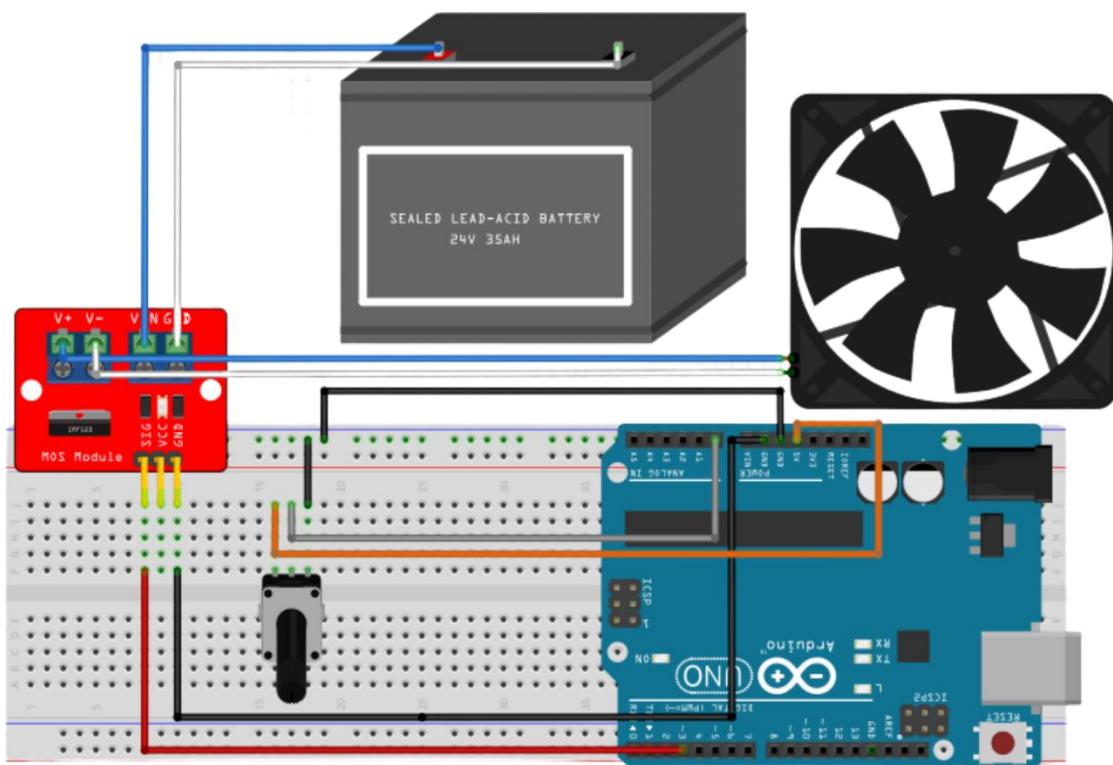
#### ALIMENTACIÓN Y POTENCIA

- Fuente de alimentación de 24V DC (para el ventilador)
- Regulador de voltaje DC-DC (step-down) (de 24V a 5V para el microcontrolador)
- Batería o fuente de 5V DC (para alimentar el circuito de control)

#### COMPONENTES PRINCIPALES

# TÚNEL DE VIENTO

## CIRCUITO



# TÚNEL DE VIENTO

## ANÁLISIS FODA

# TÚNEL DE VIENTO

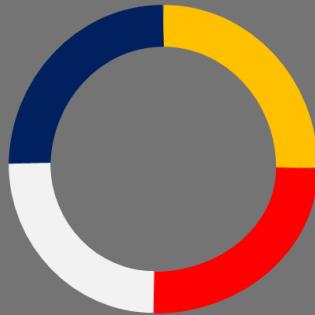
## ANÁLISIS FODA

### FORTALEZAS

- Resuelve una problemática dentro del ámbito de la ingeniería automotriz.
- Comparado con túneles comerciales, es una alternativa accesible para fines educativos o experimentales.
- Uso de circuitería, sensores y software como Tinkercad o Arduino demuestra un enfoque interdisciplinario sólido.

### OPORTUNIDADES

- Ideal para universidades, ferias científicas y proyectos de innovación.
- Posibilidad de mejorar el diseño con sensores de velocidad del aire, presión, visualización de flujo con humo, etc.
- Muestra capacidades en CAD, electrónica, programación, diseño experimental y fabricación digital.



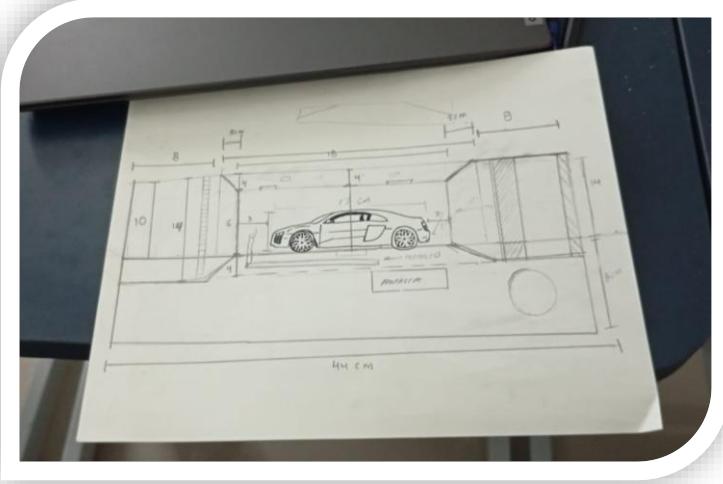
### DEBILIDADES

- Para interpretar los resultados se requiere conocimientos de Aerodinámica más avanzada.
- Al ser casero, puede tener desviaciones significativas respecto a un túnel de viento profesional.
- Algunas piezas pueden deformarse o fallar bajo uso continuo o por baja calidad del filamento.

### AMENAZAS

- Subestimación de la complejidad técnica: La aerodinámica es una ciencia delicada, y la falta de herramientas de medición puede limitar el análisis real.
- Inestabilidad del flujo de aire: Un mal diseño del sistema de entrada/salida puede invalidar mediciones aerodinámicas.

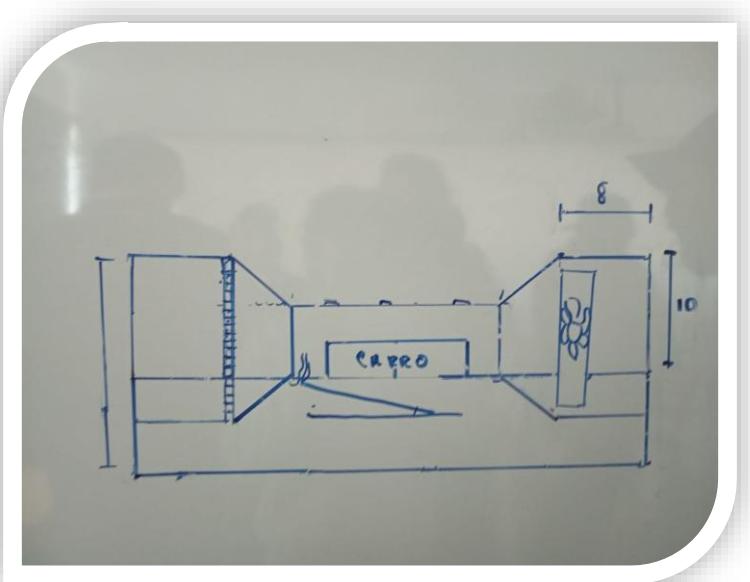
Los bocetos presentados buscan representar de manera clara y profesional el diseño del túnel de viento, destacando su estructura y funcionalidad. Su elaboración tiene como objetivo transmitir un concepto visual llamativo y detallado que refleje el propósito aerodinámico del proyecto. A continuación, se presentarán dos de ellos y se hablarán más a detalle de cada uno de ellos.

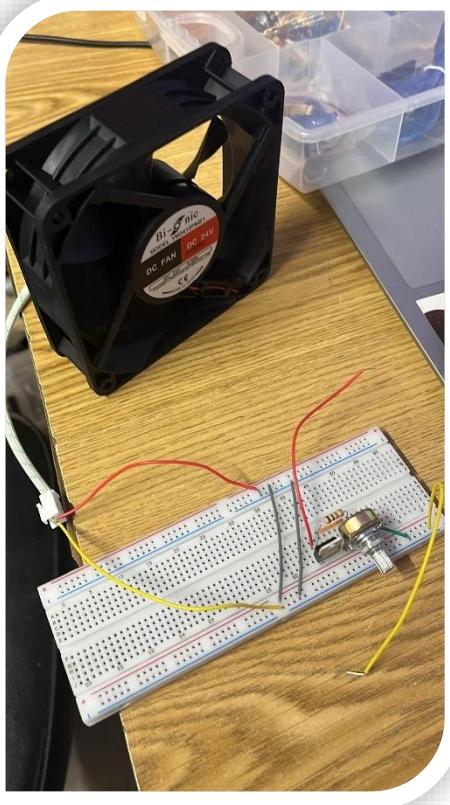


3.2.1 BOCETO CON MEDIDAS TUNEL DE VIENTO

En esta vista se aprecia la apertura por donde el aire ingresa al túnel. Su diseño garantiza una distribución uniforme del flujo, asegurando condiciones óptimas para el análisis aerodinámico. Además, se observan los elementos estructurales que proporcionan estabilidad y eficiencia al sistema.

Este boceto representa la estructura del túnel de viento desde un costado, mostrando la entrada de aire, la zona de pruebas y la salida. Con una longitud de 44 cm y una altura de 22 cm, el diseño permite un flujo de aire controlado para evaluar la aerodinámica de modelos a escala. También se indica el espacio destinado para colocar el automóvil en prueba, asegurando su correcta posición dentro del túnel.





En esta imagen se observa el ventilador que generará el flujo de aire dentro del túnel de viento. Está conectado a una protoboard junto con un potenciómetro, lo que permitirá regular la velocidad del aire de acuerdo con las necesidades del experimento. Este sistema es clave para garantizar un flujo constante y controlado dentro del túnel.

### 3.2.3 SISTEMA DE FLUJO DE AIRE

La imagen muestra el automóvil a escala que será utilizado dentro del túnel de viento. Este modelo ha sido seleccionado para simular el comportamiento aerodinámico de un vehículo real bajo condiciones de flujo de aire controladas. Su diseño permite observar cómo el aire interactúa con la carrocería y evaluar posibles mejoras en términos de eficiencia aerodinámica.



3.2.3 AUTO A ESCALA PARA EL TUNEL DE VIENTO

### III.I COTIZACIÓN Y COMPRA

#### TIENDAS ELEGIDAS



AMAZON



MERCADO  
LIBRE



STEREN



THIDO E.

#### APORTACIÓN DE CADA INTEGRANTE



Se ha realizado una aportación total de 300 MXN por los siguientes integrantes. La aportación en gran medida fue usada para la elaboración del circuito.

**300 MXN**



Se ha realizado una aportación total de 500 MXN por los siguientes integrantes. La aportación en gran medida fue usada para la compra del ventilador y ciertos adaptadores.

**500 MXN**



Se ha realizado una aportación total de 200 MXN por los siguientes integrantes. La aportación en gran medida fue usada para la compra de herramientas básicas.

**200 MXN**

## VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Se presentan en manera de imágenes los materiales, herramientas y recursos que han comprado para realizar el proyecto. (Se agregarán más)



**VENTILADOR  
DE 24 W**

18 DE MARZO  
DE 2025



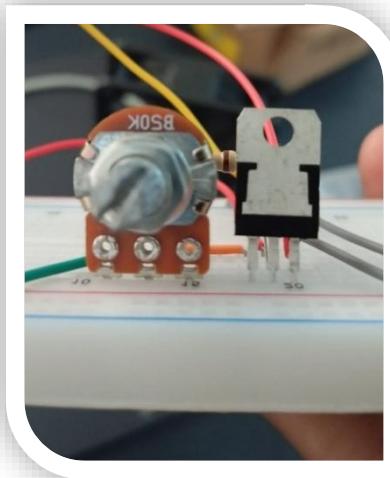
**ARDUINO  
UNO**

01 DE ABRIL  
DE 2025



**PAQUETE DE  
PROTOBOARD**

23 DE MARZO  
DE 2025

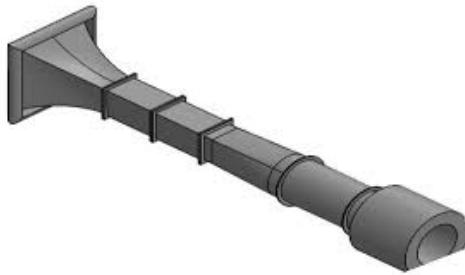


**POTENCIOMETRO**

25 DE MARZO  
DE 2025

### III.IV ELABORACIÓN

El desarrollo de un túnel de viento es un proceso complejo que requiere precisión en cada etapa de su elaboración. Para la elaboración de un diseño eficiente y funcional, es importante recurrir a herramientas de ensamblaje asistido por computadora, como la impresión 3D. A través de este método, se pueden fabricar piezas con alta precisión, para que cada componente encaje correctamente y mejorando el rendimiento del túnel. (Imagen 3.4.1)



**3.4.1 IMAGEN REPRESENTATIVA  
DE TÚNEL DE VIENTO**

Una vez construido el modelo, se llevan a cabo diversas pruebas para verificar su funcionamiento. En primer lugar, se realizan pruebas de circuitos eléctricos con el fin de garantizar que los sistemas electrónicos, como los sensores y ventiladores, operen correctamente y sin fallos. Posteriormente, se efectúan pruebas de flujo de aire y ventilación dentro de la cámara de pruebas, analizando la uniformidad del flujo y la eficiencia del sistema de circulación del aire. Finalmente, se realizan pruebas de hermeticidad para detectar posibles fugas que puedan afectar la precisión de los resultados obtenidos dentro del túnel.

Cada una de estas pruebas resulta crucial para asegurar que el túnel de viento funcione de manera óptima y cumpla con los requisitos necesarios para llevar a cabo simulaciones precisas. Gracias al ensamblaje mediante impresión 3D y a una evaluación meticulosa, se logra obtener un modelo funcional que permite la realización de estudios aerodinámicos con altos estándares de calidad.

### **III.I BIBLIOGRAFÍA**

- Motor.es. (2020, 30 de abril). ¿Qué es un túnel de viento? Motor.es. Recuperado el 28 de enero de 2025, de <https://www.motor.es/que-es/tunel-de-viento>
- HR Motor. (n.d.). ¿Qué es un túnel de viento? HR Motor. Recuperado el 28 de enero de 2025, de <https://www.hrmotor.com/que-es/tunel-de-viento/>
- Quadis. (2023). La importancia de la aerodinámica para las prestaciones y el consumo de los coches. Recuperado de <https://www.quadis.es/actualidad/la-importancia-de-la-aerodinamica-para-las-prestaciones-y-el-consumo-de-los-coches/69658414>
- NASA Glenn Research Center. (s.f.). Wind Tunnel Parts. NASA. Recuperado el [fecha de acceso], de <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/tunpart.html>
- NASA Glenn Research Center. (s.f.). Types of Wind Tunnels. NASA. Recuperado el [fecha de acceso], de <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/tuntype.html>

### **III.II INTEGRANTES**

**EDUARDO CRUZ SEGURA**

**EDUARDO JESÚS ESCAMILLA LORENZANA**

**RODRIGO JOSÉ CABALLERO LOPÉZ**

**EDRICK JAVIER PECH JIMENEZ**

**MARIO IVÁN PEREZ VICTORIA**

**ABDIEL BENJAMIN MAY DZIB**

**GERARDO ELÍAS GUERRERO FARJAT**