



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

TEMA: “ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA AERODINÁMICA Y LA INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO EN COMPETENCIA DE UN KARTING DE LA CATEGORÍA SHIFTER ROK EN EL KARTÓDROMO DE COTOPAXI”

**AUTORES: QUIÑA EGAS, CÉSAR ESTEBAN
SÁNCHEZ REINOSO, RICARDO ÁNDRES**

DIRECTOR: ING. CRUZ ARCOS, GUILLERMO MAURICIO.

2022



CONTENIDO

- **Antecedentes**
- **Planteamiento del problema**
- **Objetivos**
- **Introducción**
- **Análisis de resultados**
- **Modelado**
- **Parámetros**
- **Simulación CAE**
- **Propuestas**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



ANTECEDENTES



Primer Karting
construido en 1956 en
Estados Unidos



1962 se crea CIK/FIA



1956 con el Ing. Michael
May, implementó un
alerón en el porche
Spider.

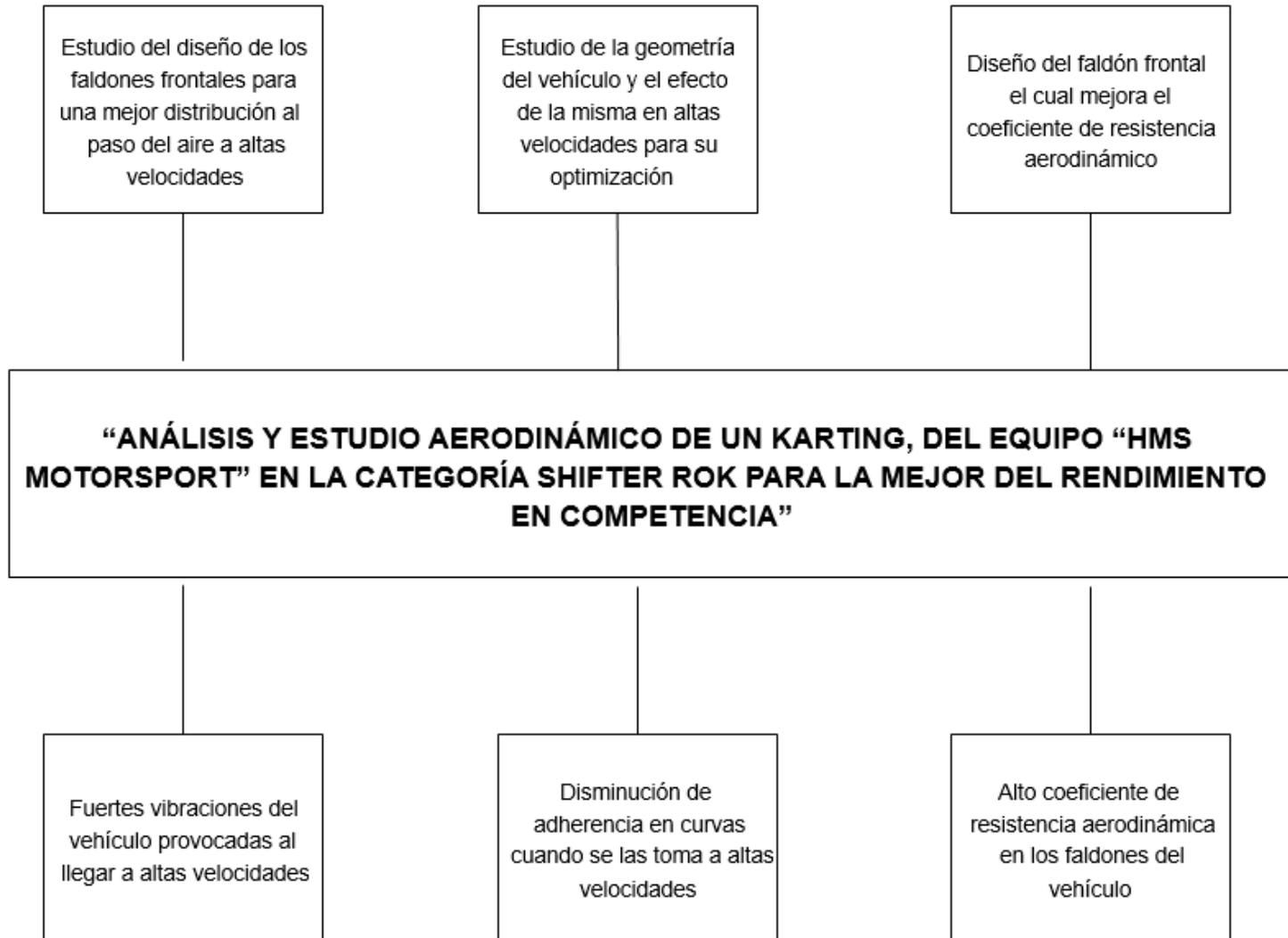


A partir de los años 60 se
ha ido perfeccionando la
aerodinámica automotriz
con el fin de disminuir la
resistencia al avance



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar el análisis y el estudio aerodinámico computacional del karting, perteneciente al kartódromo Cotopaxi para mejorar su rendimiento en pista.



OBJETIVOS

Objetivos específicos

- Investigar información bibliográfica del diseño y construcción de vehículos monoplazas karting.
- Identificar las Normativas vigentes del kartismo en Ecuador, específicamente en el Kartódromo de la ciudad de Latacunga.
- Realizar la medición a detalle de la geometría de un kart correspondiente a la categoría Shifter.
- Identificar los distintos materiales usados en las protecciones de un kart aprobados por la FIA.



OBJETIVOS

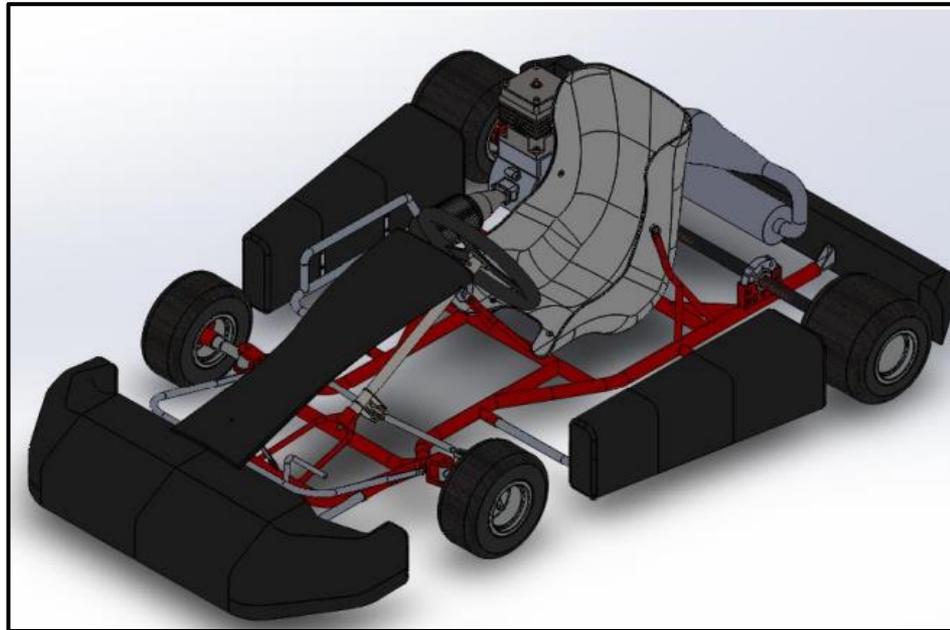
Objetivos específicos

- Modelar la estructura de un kart en software CAD, bajo los parámetros establecidos por la FIA para la categoría Shifter.
- Establecer los cálculos necesarios para la correcta elaboración de la simulación aerodinámica de un vehículo monoplaza.
- Realizar el estudio aerodinámico del monoplaza simulado, usando parámetros reales en pista.
- Proponer tres alternativas de carenado dentro de las normas establecidas, que influyan el rendimiento del vehículo en la competencia.



INTRODUCCIÓN

- **Kart:** Un vehículo terrestre monoplaza sin techo, sin suspensiones y con o sin elementos de carrocería, con 4 ruedas no alineadas que están en contacto con el suelo.



Nanopartículas
de ferrita



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

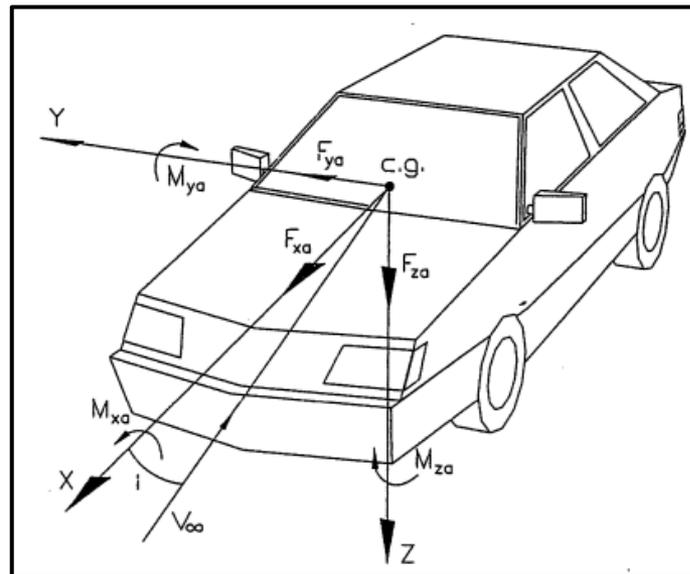
Categoría Shifter ROK

- Tiene un motor de 125 cc de 6 velocidades
- Debe tener un peso mínimo de 180 Kg
- Trocha máxima 140 cm
- Trocha min 134 cm
- Aros traseros libres
- Aros delanteros libres
- Tiempo 1,6 mm +/- 0,2
- Chasis homologación FIA
- Es permitido un solo filtro



Fuerza aerodinámica

Las acciones aerodinámicas que actúan sobre el monoplaza pueden representarse por una resultante general de las fuerzas y de un momento resultante, aplicados ambos al centro de gravedad del monoplaza



- **Resistencia Aerodinámica al Avance:** Es la fuerza resultante que afecta al vehículo específicamente en el eje

$$F_z = \frac{1}{2} * \rho * C_z * A_f * V^2$$

Donde:

F_z = Resistencia Aerodinámica al Avance [N]

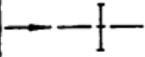
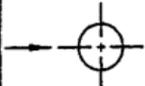
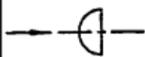
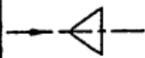
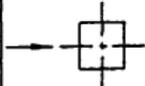
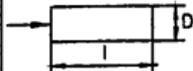
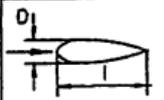
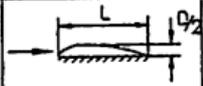
ρ = densidad [Kg/m^3]

C_z = coeficiente aerodinámico

V = Velocidad [$\frac{m}{s}$]

A = Área [m^2]

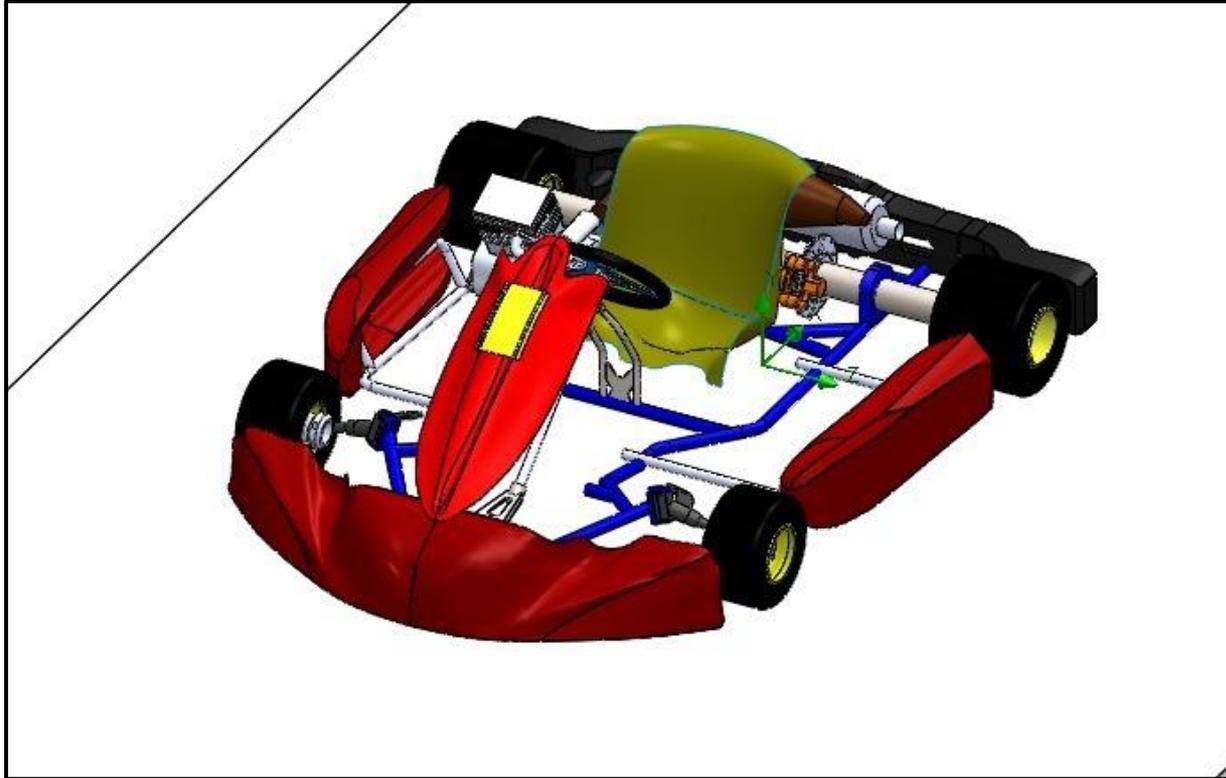


Cuerpo	Orientacion del flujo	Cx
Placa circular		1.17
Esfera		0.47 *
Semiesfera		0.42 *
Cono (60°)		0.5
Cubo		1.05 *
Cilindro ($l/D > 2$)		0.82
Cilindro ($l/D < 1$)		1.15
Cuerpo currentilíneo $l/D = 2.5$		0.04
Medio cuerpo currentilíneo sobre el suelo		0.09



MODELADO

Modelado el Kart Original



PARÁMETROS

Condiciones climáticas en Pista

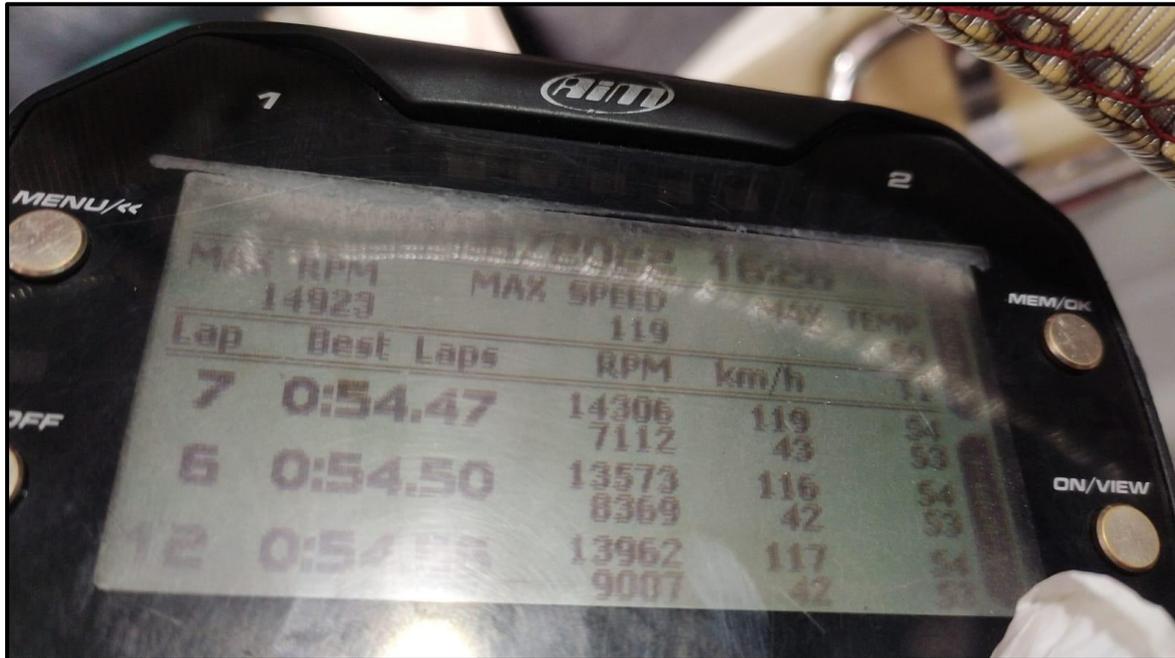
Visualizamos que la temperatura ambiental es de 17°C, la humedad relativa es de 63 % y presión atmosférica de 1018 hPa.

11.00 h		17°	↗ 12 km/h	0,1 mm	91%	25%	63%	1019 hPa
12.00 h		17°	↖ 14 km/h	1,6 mm	91%	44%	63%	1018 hPa
13.00 h		17°	↑ 17 km/h	1,7 mm	96%	64%	66%	1017 hPa
14.00 h		16°	↑ 16 km/h	0,7 mm	82%	59%	72%	1016 hPa



Velocidad máxima en Pista

visualizamos la velocidad captada por la computadora del kart.



Cálculo de la densidad

La densidad relativa se encuentra utilizando la herramienta meteorológica proporcionada por la CENAM

Magnitud	Valor
Temperatura, t :	<input type="text" value="17"/> °C
Presión, p :	<input type="text" value="101800"/> Pa
Humedad Relativa, h :	<input type="text" value="63"/> %

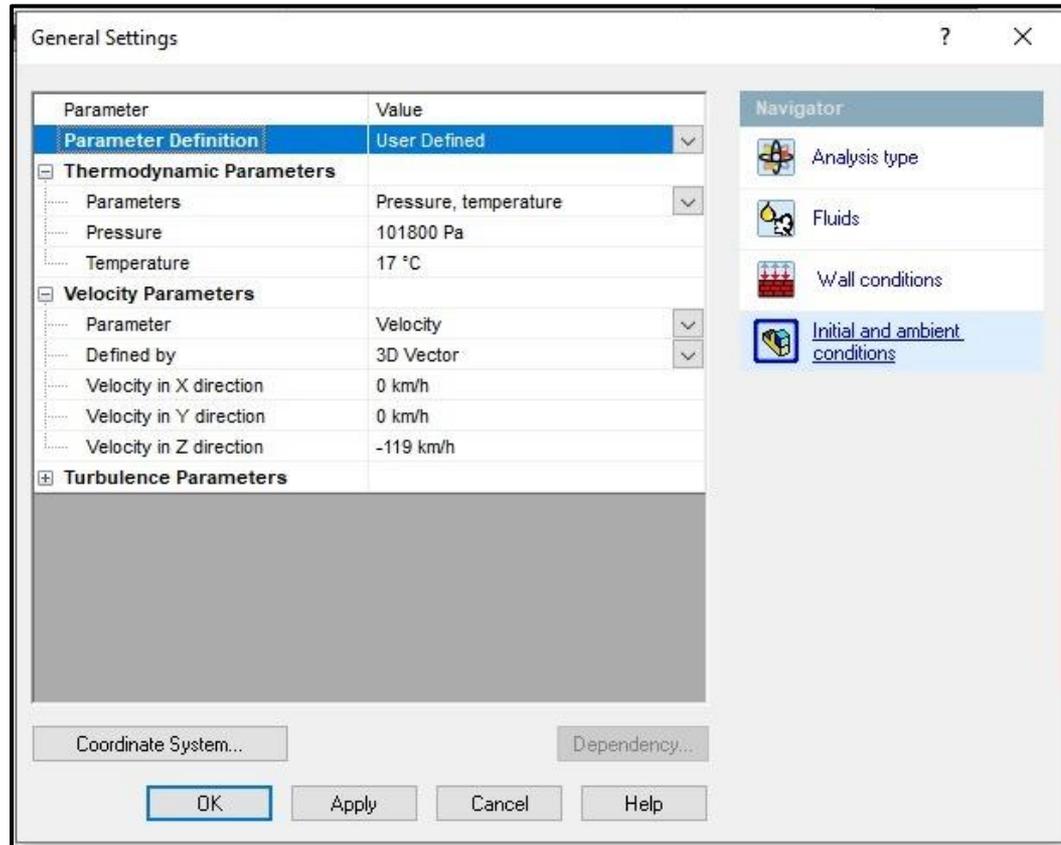
Resultado

Densidad del aire:	<input type="text" value="1.2172269"/> kg/m ³
--------------------	--

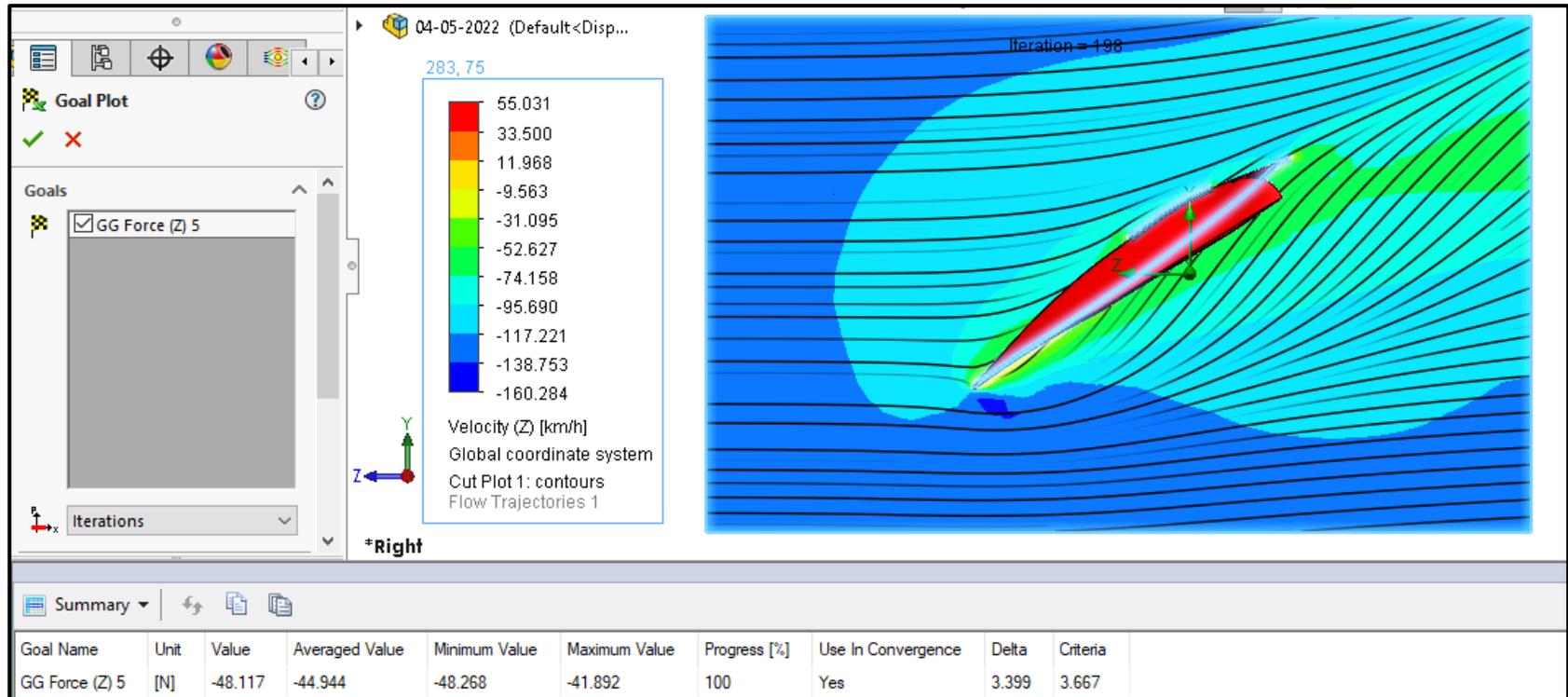


SIMULACIÓN CAE

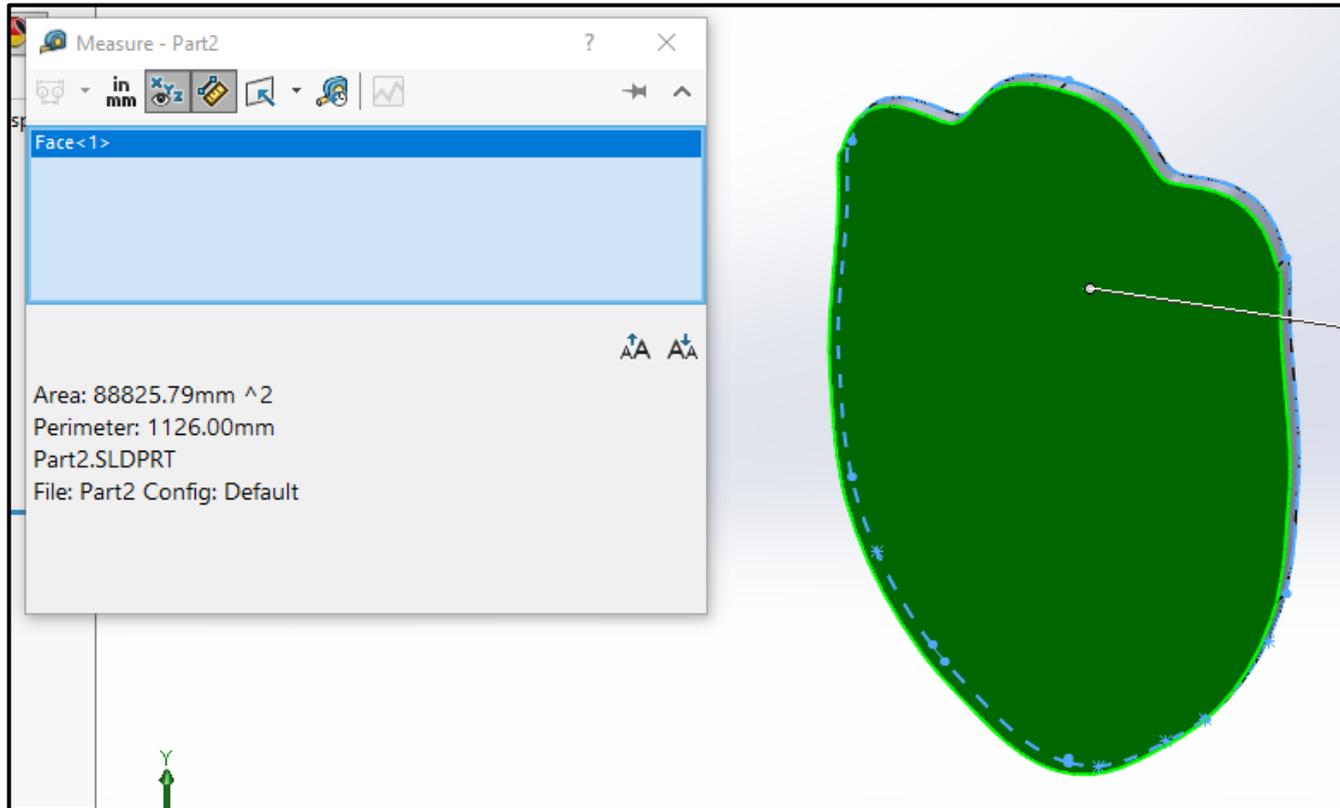
- Ingreso de parámetros



- Simulación con herramienta CFD



- **Obtención del Área Projectada**



- **Cálculo del coeficiente de resistencia aerodinámica**

$$F_z = \frac{1}{2} * \rho * C_z * A_f * V^2$$

$$C_z = \frac{2 * F_z}{\rho * A_f * V^2}$$

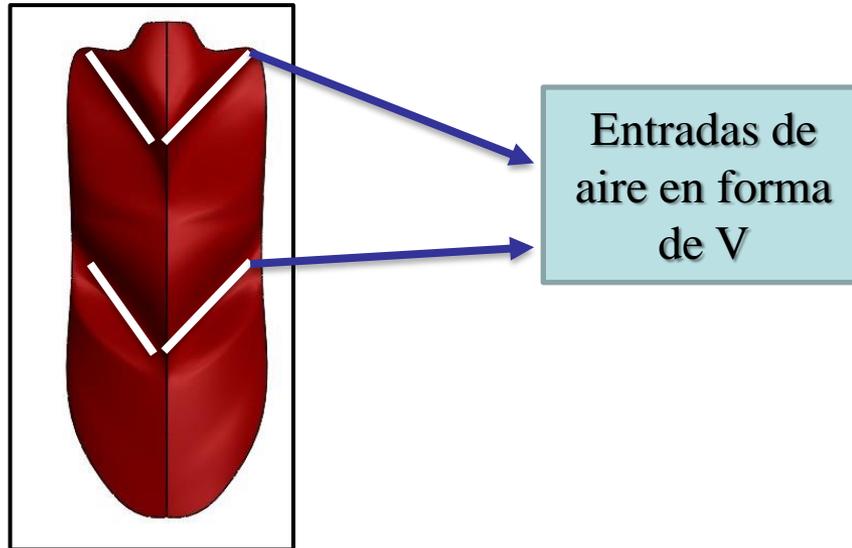
$$C_z = \frac{2 * 48,12 \text{ N}}{1,22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0,09 \text{ m}^2 * \left(33,06 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}$$

$$C_z = 0,81$$

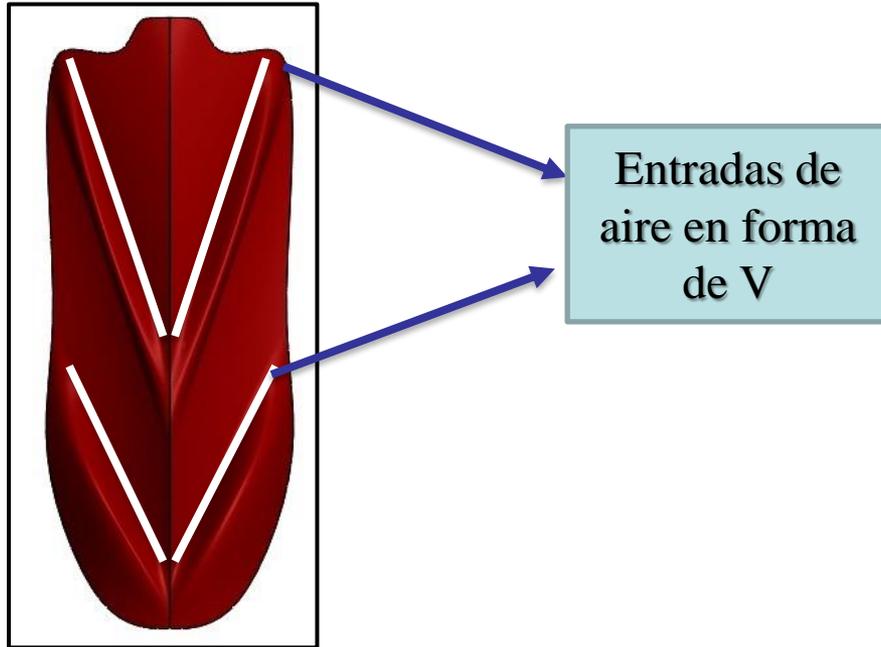


PROPUESTAS

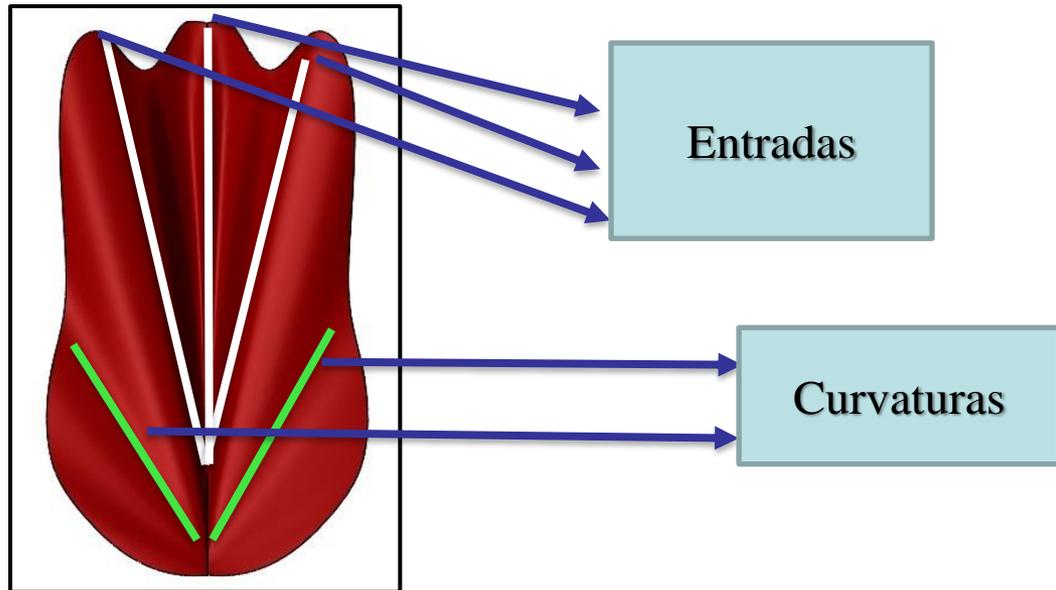
Propuesta 1 del carenado superior



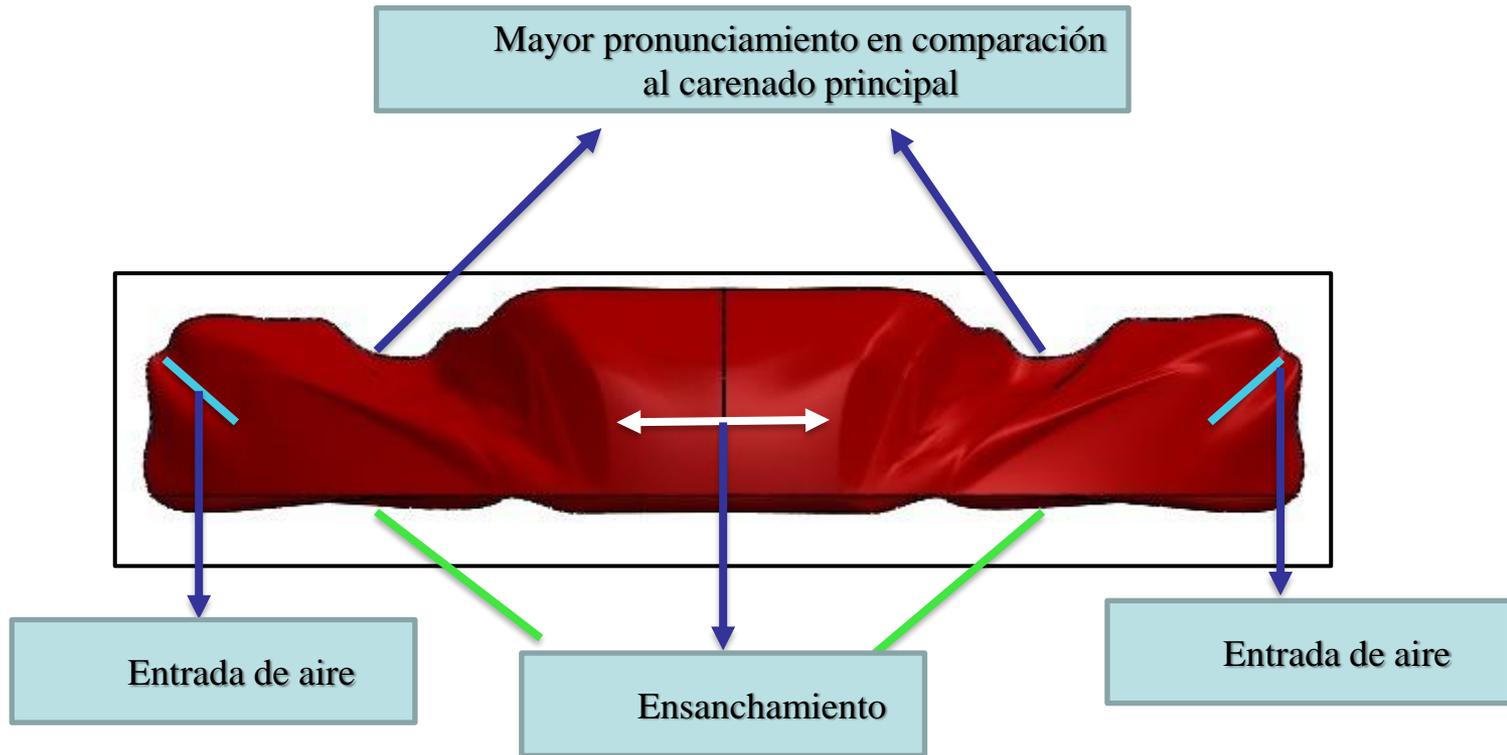
Propuesta 2 del carenado superior



Propuesta 3 del carenado superior

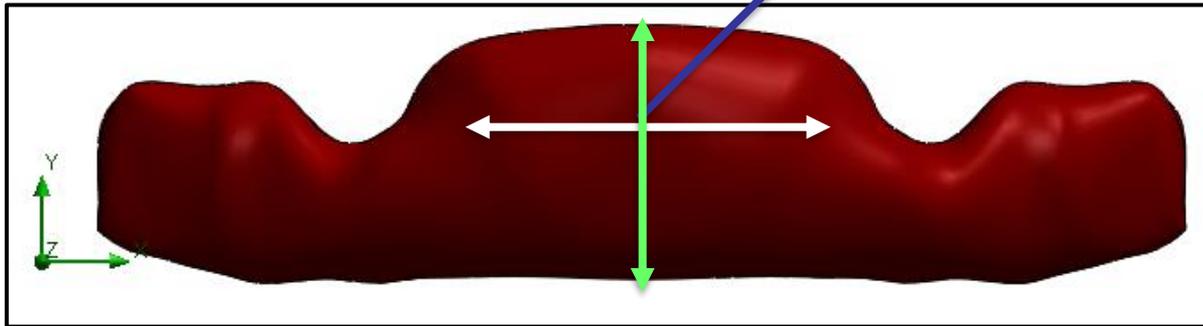


Propuesta 1 del carenado inferior

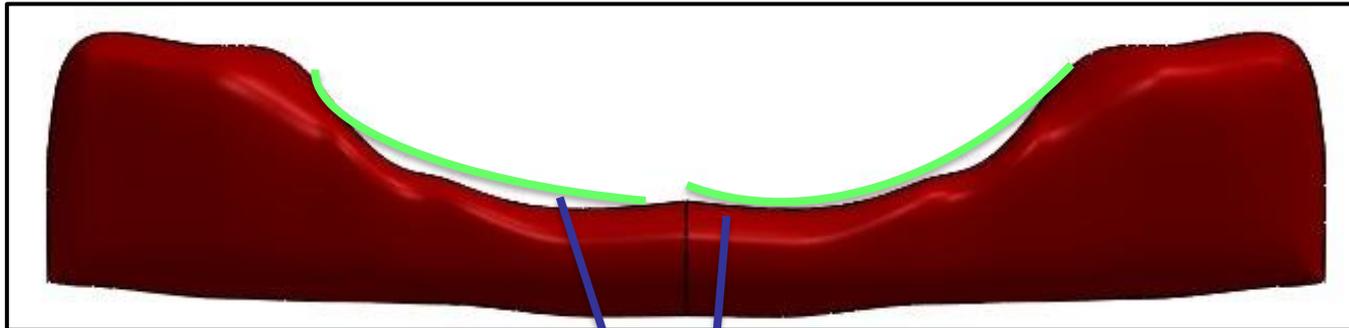


Propuesta 2 del carenado inferior

Más ancha y alta en comparación a sus extremos



Propuesta 3 del carenado inferior



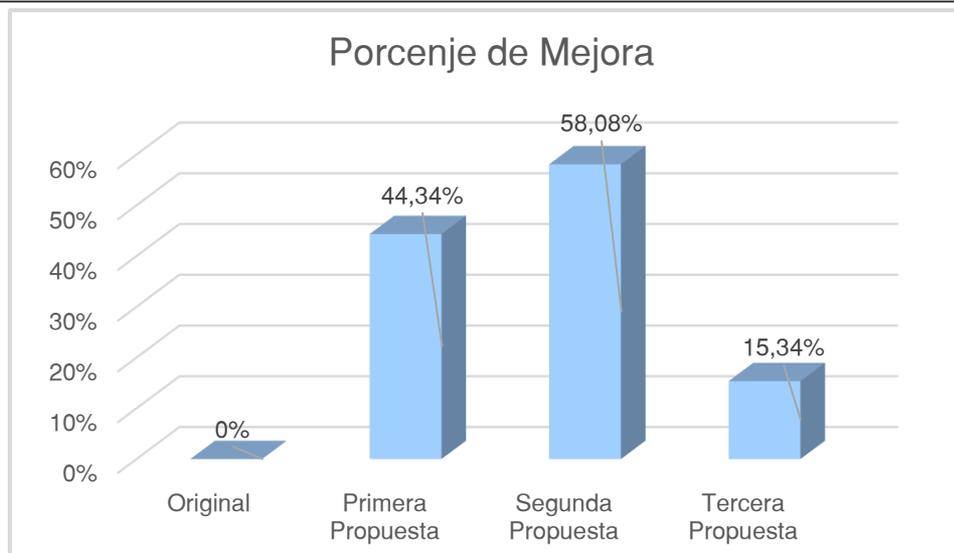
Se configura la parte central para lograr una forma de U



ANÁLISIS DE RESULTADOS

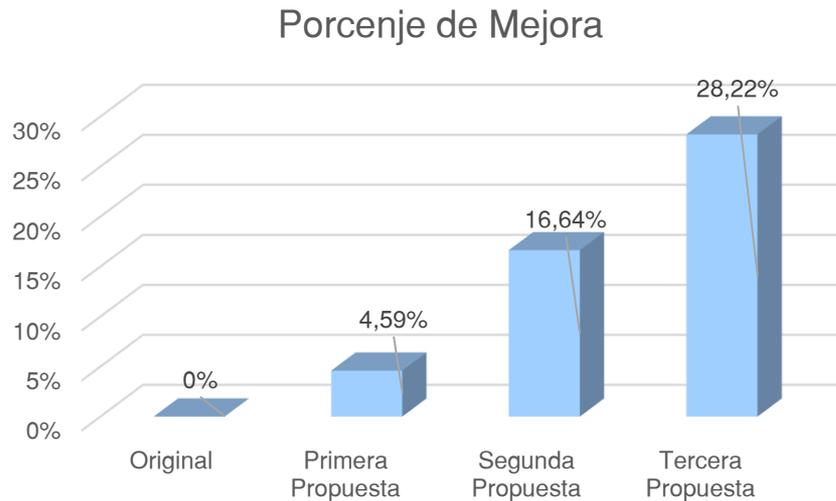
Fuerza de arrastre

Carenado Superior	Fuerza de Arrastre (N)
Original	48,11 N
Primera Propuesta	26,78 N
Segunda Propuesta	20,17 N
Tercera Propuesta	40,73 N



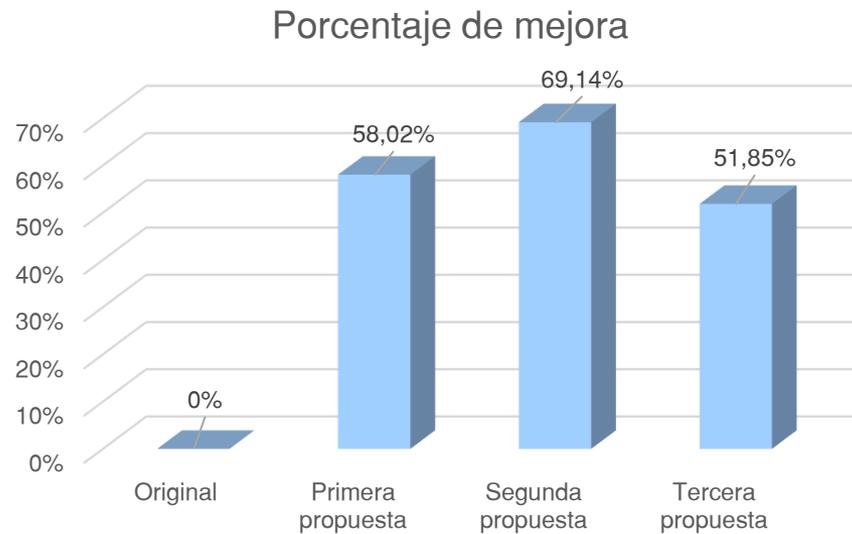
Fuerza de arrastre

Carenado Inferior	Fuerza de Arrastre (N)
Original	71.41 N
Primera Propuesta	68.13 N
Segunda Propuesta	59.53 N
Tercera Propuesta	51.26 N



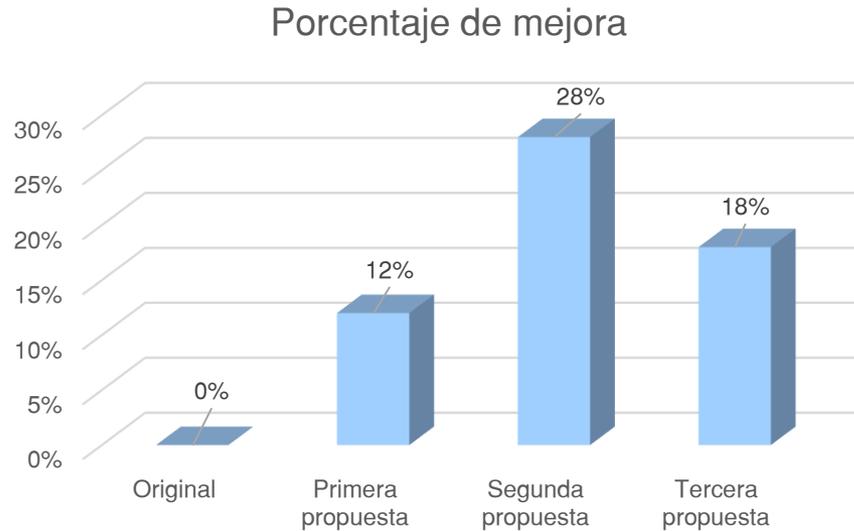
Coeficiente de resistencia aerodinámica

Carenado Superior	Coeficiente de Resistencia Aerodinámica
Original	0,81
Primera Propuesta	0,34
Segunda Propuesta	0,25
Tercera Propuesta	0,39

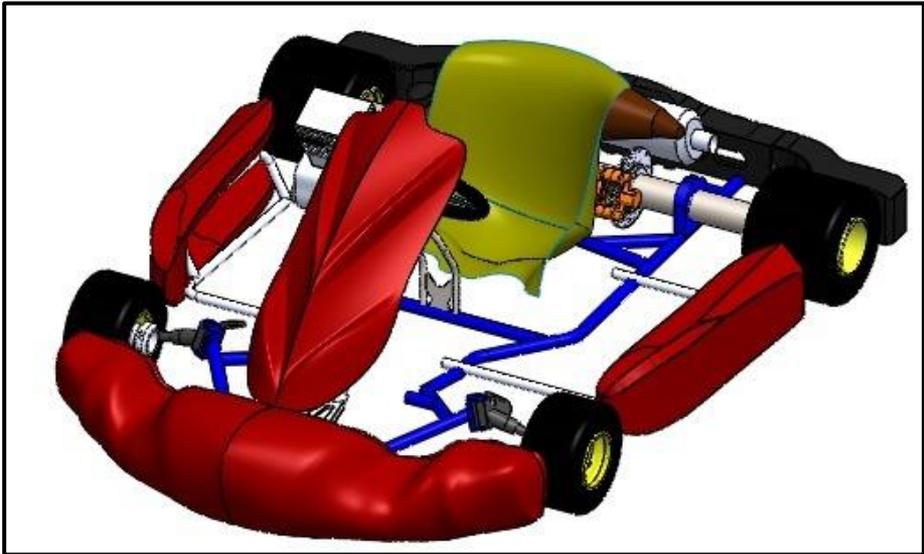


Coeficiente de resistencia aerodinámica

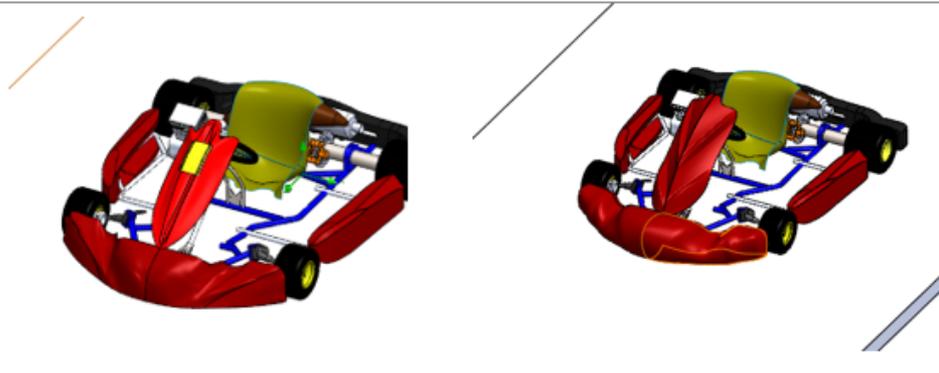
Carenado Inferior	Coeficiente de Resistencia Aerodinámica
Original	0,5
Primera Propuesta	0,44
Segunda Propuesta	0,36
Tercera Propuesta	0,41



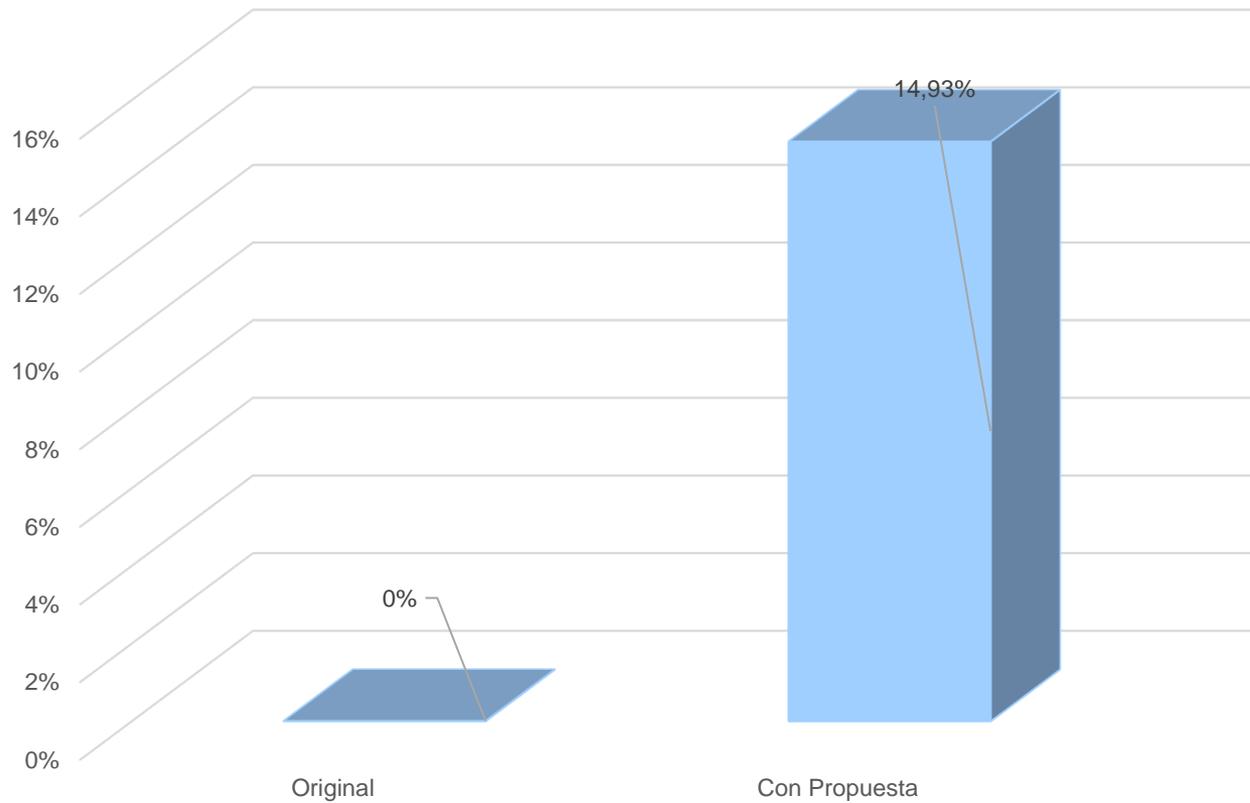
Kart con las mejores propuestas



	Kart Original	Kart con Mejores Propuestas
Fuerza de arrastre (N)	208.66	178.53
Área Proyectada (m^2)	0.47	0.47
Coefficiente de Resistencia Aerodinámica	0.67	0.57



Porcentaje de Mejora



CONCLUSIONES

- Mediante el empleo del libro “Teoría de los vehículos automóviles”, el cual ha permitido conocer los recursos para el cálculo del coeficiente de resistencia aerodinámica, gracias a esto se encontró el punto base para la comparación de las propuestas, para la elección de la más óptima para su posible aplicación.
- Se identificó en la normativa del campeonato ROK CUP ECUADOR, ciertas especificaciones, la cual indica que ningún carenado puede presentar orificios en su estructura, además, establece parámetros límites en su geometría, necesarios para entrar en la categoría SHIFTER ROK, la cual es estudiada en el presente proyecto.
- Se realizó el modelado del kart en donde se pudo obtener dimensiones exactas de cada pieza que conforma el monoplaza, las mismas presentan una homologación aprobada por la CIK/FIA.



CONCLUSIONES

- El ensamble de estas piezas son la base fundamental para la construcción del kart, así como del planteamiento de las propuestas del presente estudio en donde se pudo evidenciar un resultado de mejora del 14,92%, unificando la segunda propuesta de carenado superior e inferior.
- Se pudo determinar que los materiales que se utilizan para la construcción de un kart son la fibra de vidrio y el plástico, debido a que estos compuestos son de fácil adquisición.
- Se comprobó que el coeficiente de resistencia aerodinámica es el factor fundamental para la evaluación de las propuestas de mejora planteadas en el presente estudio, debido a que esto nos permite llegar a un análisis en donde podemos evidenciar y comparar los diferentes resultados obtenidos, llegando así a determinar la mejor opción dentro del estudio planteado.



CONCLUSIONES

- El presente estudio tomó como base la modelación de tres propuestas tanto para carenado superior como para el carenado inferior en el sistema CAD, con el fin de evidenciar la mejor propuesta para el monoplaza diseñado. Donde se obtuvo que la segunda propuesta genera una disminución en el coeficiente de resistencia aerodinámica lo cual desencadena en la mejora del 69,14% y un 28% respectivamente.
- Se simuló cada una de las tres propuestas del carenado superior e inferior y sus diseños originales bajo los mismos parámetros de pista como son temperatura, humedad, densidad además de la velocidad punta, en donde se pudo apreciar que las segundas propuestas tanto del carenado superior e inferior son las más óptimas debido a que en base a los coeficientes de resistencia aerodinámica analizados anteriormente permite afirmar que los diseños propuestos tiene un mejor paso de aire cuando estos están en movimiento.



RECOMENDACIONES

- Una opción para mejorar un elemento en el aspecto aerodinámico, es mediante la implementación de alerones o aletas en la o las superficies que mayor contacto posean con el aire, esto ayuda a un mejor flujo de aire y un mejor direccionamiento del mismo.
- Al proceder con el modelado en el programa CAD de los diseños es necesario tener presente la normativa establecida por la competencia ROK Cup Ecuador, por consiguiente, de la CIK/FIA, con respecto a las dimensiones permitidas de las propuestas las cuales se van a elaborar.
- En el cálculo del coeficiente de resistencia aerodinámica es necesario tener claro los parámetros y las fórmulas requeridas para la obtención del resultado el cual va a estar basado de un correcto modelado



RECOMENDACIONES

- Para el estudio de los resultados del coeficiente de resistencia aerodinámica, es necesario hacer el uso de tablas comparativas, las cuales nos ayudan a saber los datos de una forma más gráfica.
- Para el análisis aerodinámico en el sistema CAE, se recomienda crear un mallado de cada prototipo, con un mayor refinamiento, ya que, al ser poco refinado, detalla con poca precisión la geometría de los diseños, esto genera resultados distorsionados además de poco exactos.
- Al momento de realizar el estudio aerodinámico en CAE, se sugiere seleccionar los resultados a obtener netamente necesarios, esto debido a que mientras más sean los resultados a determinar, mayor va a ser el tiempo del análisis computacional.



RECOMENDACIONES

- Al realizar el modelado CAD de los diseños, de preferencia se lo debe realizar con la herramienta de superficies, esta herramienta permite elaborar prototipos con una estructura y una geometría más compleja.
- Para la utilización de la herramienta CFD, es necesario encontrar los parámetros adecuados del entorno en el cual se va simular el modelado para óptimos resultados.

