



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## TEMA:

**Análisis y estudio de alternativas para el diseño de la mariposa de aceleración convencional y su influencia en el comportamiento de los parámetros característicos de un motor GW491QE 2200 cm<sup>3</sup>**

## Autores:

Paredes Yepez Brandon Isaac  
Solís Córdova Álvaro Josué

## Director:

Ing. Henry Heriberto Iza Tobar

Latacunga  
2020



# Introducción

- La presente investigación esta basada en buscar una nueva alternativa para la mariposa de aceleración convencional del motor GW491QE 2200 cm<sup>3</sup>
- Se realiza diferentes simulaciones para comprobar el comportamiento del flujo en cuanto a velocidad, temperatura y presión comprende.
- Se selecciona un material idóneo para el diseño del nuevo cuerpo.
- Antes de implementar la alternativa se sustenta lo simulado con practicas experimentales.



# Justificación

- Las nuevas innovaciones que se presentan en la industria automotriz, hacen que los motores de combustión interna aumenten su potencia y torque con sensores y actuadores que aprovechan la combustión del motor para lograr dicho objetivo.
- Con el análisis y estudio de alternativas para el diseño de mariposas de aceleración, se obtiene una nueva geometría de la aleta, de tal manera que se pretende determinar la influencia de este diseño en los parámetros característicos del motor sin necesidad de variar la programación del vehículo

# Objetivo general

Analizar y estudiar las alternativas para el diseño de la mariposa de aceleración convencional y su influencia en el comportamiento de los parámetros característicos de un motor GW491QE 2200 cm<sup>3</sup>.

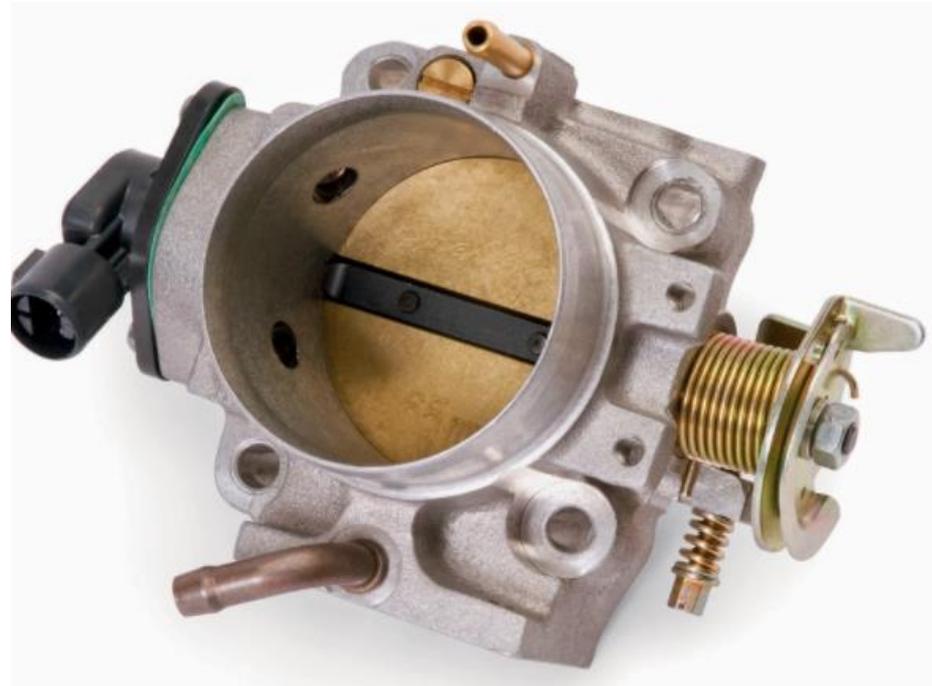


# Ficha técnica del vehículo

| MODELO                           | GW491QE   |
|----------------------------------|---|
| Tipo                             | Motor Gasolina, cuatro cilindros, enfriamiento por agua, multipunto electrónico inyección |
| Diámetro del cilindro X Tiempos  | 91 x 86   |
| Cilindraje                       | 2.237   |
| Relación de Compresión           | 9.1/1   |
| Potencia (Hp/rpm)                | 98 / 4600   |
| Momento torsional (N.m/rpm)      | 180/ 2400 - 2800  |
| Velocidad Neutral Estable Mínimo | 750±50  |
| Volumen de Sistema Lubricante(L) | 4.2   |

# Cuerpo de aceleración

Regula la entrada de aire hacia el múltiple de admisión con la ayuda de una mariposa que se abre o se cierra en función del pedal del acelerador.



# Alternativas para el cuerpo de aceleración

## Válvula de compuerta

| Ventajas                          | Desventajas   |
|-----------------------------------|---|
| Cierre hermético                  | Presenta poca resistencia a la circulación                              |
| Bajo costo                        | Requiere mucha fuerza para ser accionada                                |
| Diseño y funcionamiento sencillo  | Produce cavitación con baja caída de presión                            |
| Poca resistencia a la circulación | Debe estar abierta o cerrada por completo                               |
| Alta capacidad                    | La posición para estrangulación produce erosión del asiento y del disco |

# Válvula de globo

| Ventajas   | Desventajas   |
|--|---|
| Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento. | Gran caída de presión   |
| Carrera corta y pocas vueltas para accionarla.                                   | Costo elevado   |
| Control preciso de la circulación  | Las válvulas de gran tamaño requieren para su funcionamiento actuador más grande. |

## Válvula de esfera

| Ventajas                          | Desventajas  |
|-----------------------------------|--|
| Bajo costo                        | Características deficientes para estrangulación    |
| Alta capacidad                    | Alta torsión para accionarla                       |
| Circulación en línea recta        | Susceptible al desgaste de sellos y empaquetaduras |
| Pocas fugas                       | Propensa a la cavitación                           |
| Se limpia por si sola             |  |
| No requiere lubricación           |  |
| Cierre hermético con baja torsión |  |

## Válvula de mariposa

| Ventajas                    | Desventajas                                 |
|-----------------------------|---|
| Ligera de peso              | Alta torsión para accionarla                |
| Bajo costo                  | Capacidad limitada para la caída de presión |
| Requiere poco mantenimiento | Propensa a la cavitación                    |
| Circulación en línea recta  |   |
| Se limpia por si sola       |   |

## Matriz de selección de alternativas

| CRITERIOS              | ALTERNATIVAS |           |           |          |
|------------------------|--------------|-----------|-----------|----------|
|                        | Globo        | Compuerta | Esfera    | Mariposa |
| Estanqueidad           | 5            | 5         | 4         | 3        |
| Durabilidad            | 3            | 2         | 5         | 4        |
| Dificultad de Diseño   | 1            | 3         | 4         | 5        |
| Mantenimiento          | 1            | 2         | 4         | 4        |
| Costo                  | 1            | 3         | 5         | 5        |
| Apertura               | 2            | 3         | 5         | 5        |
| <b>RESULTADO FINAL</b> | 13           | 18        | <b>27</b> | 26       |

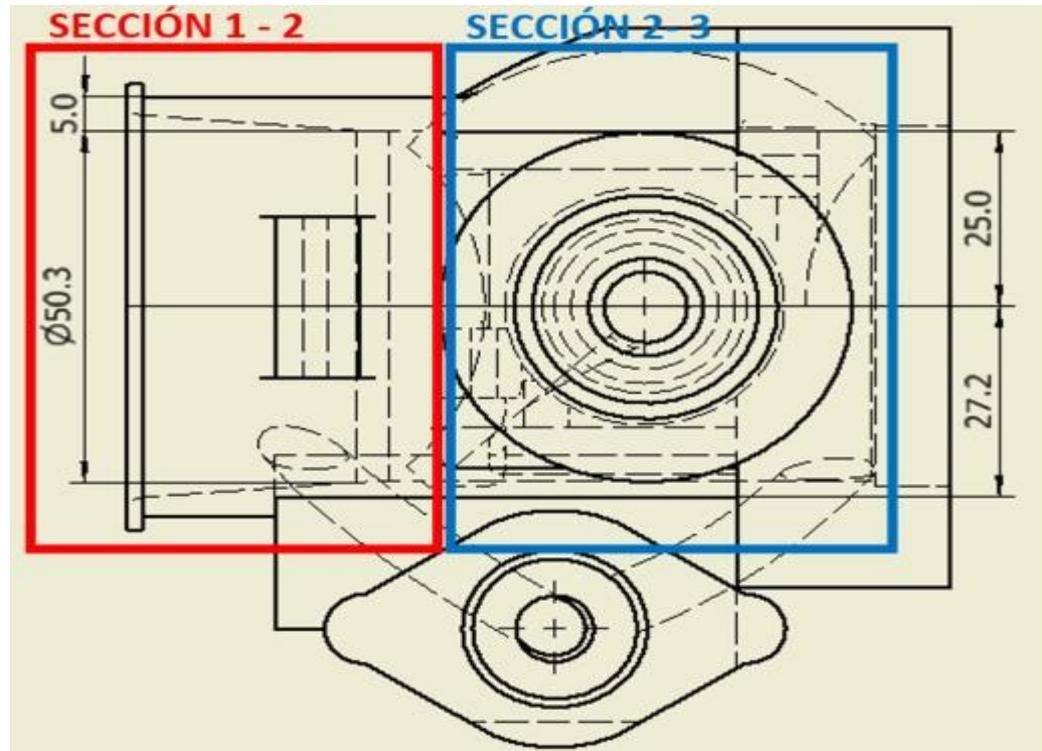
## Selección del Diseño de la Geometría para la Aleta Usando la Técnica de la Carta Morfológica.

| Características de requerimiento del diseño | Alternativas de diseño |                   |                 |
|---|------------------------|-------------------|-----------------|
| Movimiento de la aleta                      | Rotacional             | Lineal            | Oscilante       |
| Mecanismo                                   | Servo motor            | Cable             | Engranajes      |
| Alternativas                                | Guillotina             | Globo             | Esfera          |
| Ángulo de apertura                          | 90°                    | 180°              | 360°            |
| Geometría de la aleta                       | Esférica               | Casquete esférico | Tronco esférico |

## Matriz de selección de materiales

| ALTERNATIVAS     | CRITERIOS                   |                         |                                    |                     |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------|
|                  | Módulo de Elasticidad (GPa) | Módulo de Rigidez (GPa) | Peso unitario (KN/m <sup>3</sup> ) | Punto de fusion(°F) |
| Aluminio         | 71,0                        | 26,2                    | 26,6                               | 3087                |
| Acero inoxidable | 190                         | 73,1                    | 76                                 | 2750                |
| PLA              | 3,5                         | 2,27                    | 11,76                              | 290 - 351           |

## Seccionamiento de la nueva alternativa para cálculos matemáticos



## Cálculos Matemáticos del Diseño

Esfuerzo mecánico tangencial

$$\sigma_{t1-2} = \frac{r_i^2 * p_i}{r_0^2 - r_i^2} \left(1 + \frac{r_0^2}{r_i^2}\right)$$

$$\sigma_{t1-2} = 85.89 \text{ [psi]}$$

$$\sigma_{t2-3} = 179,9 \text{ [psi]}$$

Esfuerzo mecánico radial

$$\sigma_{r1-2} = \frac{r_i^2 * p_i}{r_0^2 - r_i^2} \left(1 - \frac{r_0^2}{r_i^2}\right)$$

$$\sigma_{r1-2} = -14,69 \text{ [psi]}$$

$$\sigma_{r2-3} = -39,75 \text{ [psi]}$$

$P_i$ , presión interna 14,7[psi]

## Sumatoria de esfuerzos

$$\sigma_t = \sigma_{t2-3} + \sigma_{t1-2}$$

$$\sigma_t = 265,79 \text{ [psi]}$$

$$\sigma_r = \sigma_{r2-3} + \sigma_{r1-2}$$

$$\sigma_t = -54,44 \text{ [psi]}$$

## Esfuerzo de Von Mises

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_t^2 - \sigma_t \cdot \sigma_r + \sigma_r^2}$$

$$\sigma_{eq} = 296,778 \text{ [psi]}$$

## Esfuerzos térmicos

$$\sigma_T = \frac{\alpha(\Delta T)\varepsilon}{1 - \lambda}$$

$$\sigma_T = 2633,14 \text{ psi}$$

$\alpha$ , es el coeficiente de dilatación térmica [  $135,5 \times 10^{-6} \text{ m}/^\circ\text{C}$  ]

$\Delta T$ , es la diferencia de temperatura [  $24^\circ\text{C}$  ]

$\varepsilon$ , es el módulo de elasticidad o de Young [  $3500 \text{ MPa}$  ]

$\lambda$ , es el coeficiente de Poisson [  $0,36$  ]

Factor de seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq} + \sigma_T}$$

$$n = \frac{12078,74 \text{ psi}}{296,778 \text{ Psi} + 2633,14 \text{ psi}}$$

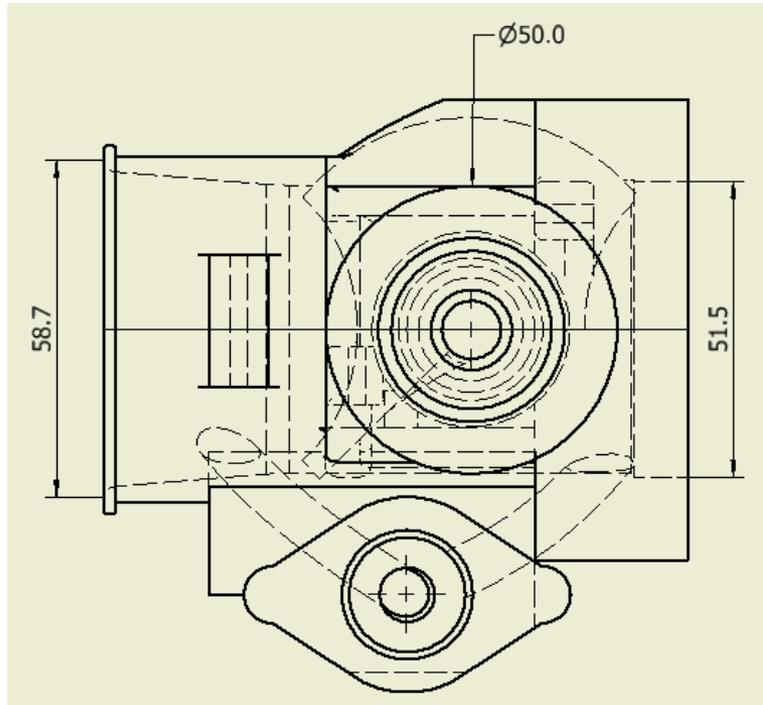
$$n = 4,12 \text{ psi}$$

$S_y$ , es la Resistencia de Fluencia [83,28 MPa  $\approx$  12078,74Psi]

## Datos obtenidos a la entrada del cuerpo de aceleración

| ALTERNATIVA DEL CUERPO DE ACELERACIÓN |                 |                  | CUERPO DE ACELERACIÓN CONVENCIONAL |                  |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| Revoluciones(rpm)                     | Velocidad (m/s) | Temperatura (°C) | Velocidad (m/s)                    | Temperatura (°C) |
| 1000                                  | 1,7             | 21,1             | 4,4                                | 22,6             |
| 2000                                  | 3,9             | 21,7             | 8,7                                | 22,4             |
| 3000                                  | 4,7             | 22,8             | 8,9                                | 25,3             |
| 4000                                  | 14,5            | 23,9             | 13,5                               | 23,9             |
| 4500                                  | 14,7            | 23,7             | 13,4                               | 23,9             |

## Cálculo de la velocidad a la salida del sistema cuando la aleta está completamente abierta



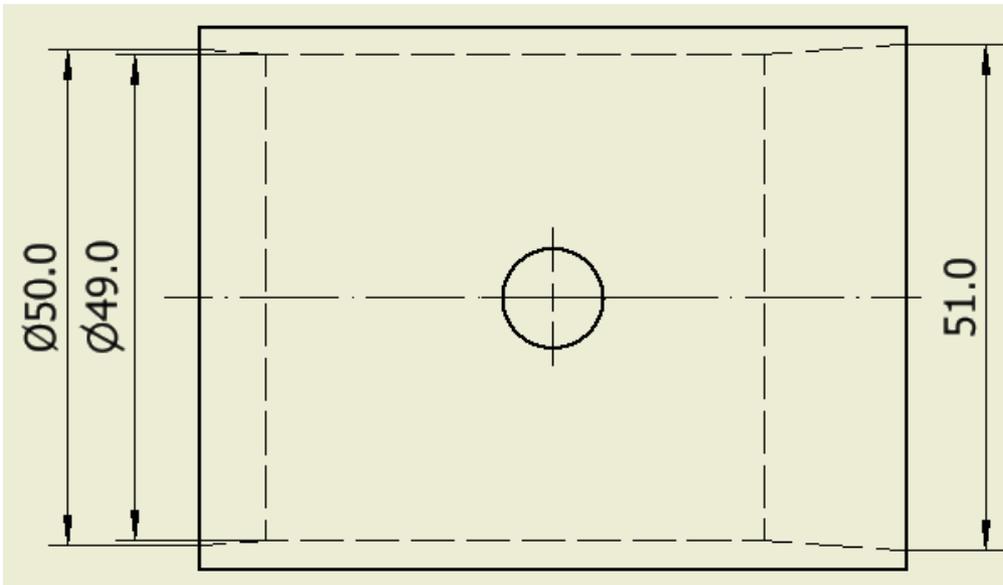
$$A_1 \vec{V}_1 = A_2 \vec{V}_2$$

$$V_2 = 17,10 \text{ m/s}$$

$$A_2 \vec{V}_2 = A_s \vec{V}_s$$

$$V_2 = 17,44 \text{ m/s}$$

## Cálculo de la velocidad a la salida del sistema con la aleta estándar



$$A_1 \vec{V}_1 = A_2 \vec{V}_2$$

$$V_2 = 14,90 \text{ m/s}$$

$$A_2 \vec{V}_2 = A_s \vec{V}_s$$

$$V_2 = 13,93 \text{ m/s}$$

## Cálculo del número de Reynolds

$$R_e = \frac{\sigma \cdot \vec{v} \cdot D_i}{\mu}$$

$$R_e = \frac{1,1164 \frac{kg}{m^3} \times 17,44 \text{ m/s} \times 0,050m}{1,923 \times 10^{-5} \frac{kg}{m \cdot s}}$$

$$R_e = 50624,06 \text{ [adimensional]}$$

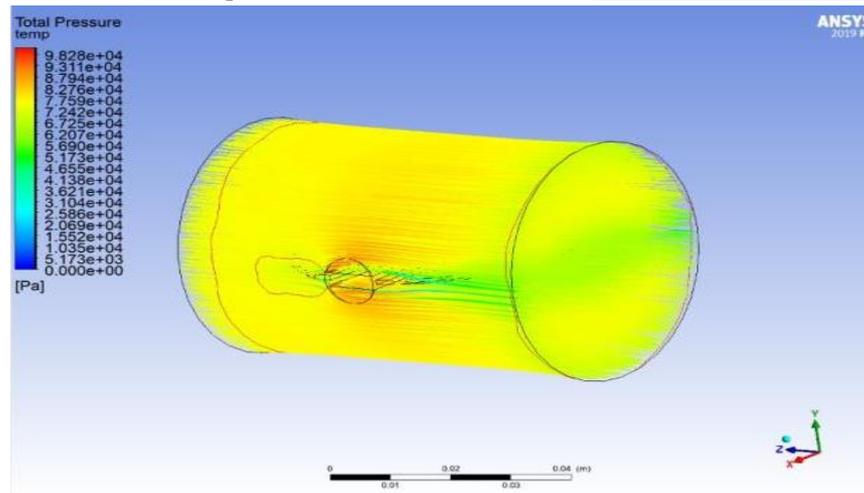
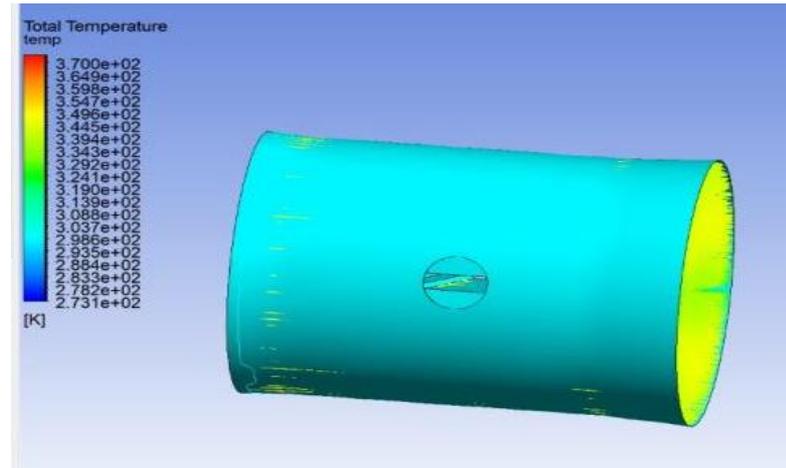
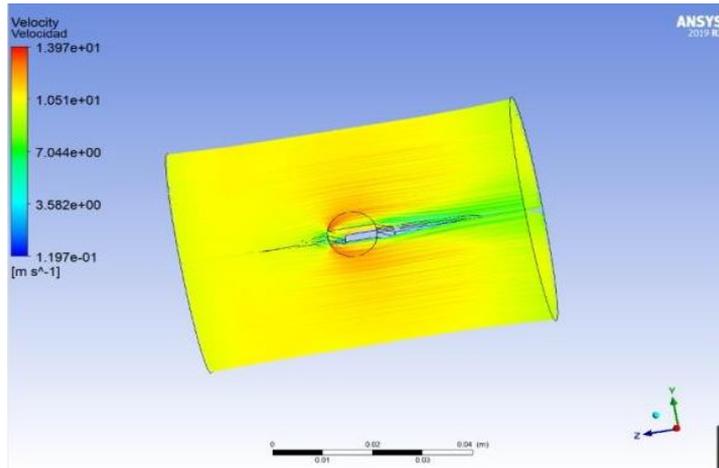
$\sigma$ , es la densidad del aire =  $1,1164 \text{ kg/m}^3$

$\vec{v}$ , es la velocidad del aire en la tubería en el punto 2 =  $17,44 \text{ m/s}$

$D_i$ , es el diámetro interno de la tubería =  $0,050m$

$\mu$ , es la viscosidad dinámica del aire =  $1,923 \times 10^{-5} \frac{kg}{m \cdot s}$

# Simulación de flujo del cuerpo de aceleración estándar



## Valores obtenidos en la simulación

| MAGNITUD         | VALOR   | UNIDADES |
|------------------|---------|----------|
| Velocidad Máx.   | 13,97   | m/s      |
| Velocidad Mín.   | 0,1197  | m/s      |
| Velocidad Med.   | 10      | m/s      |
| Temperatura Máx. | 96,85   | °C       |
| Temperatura Mín. | 0       | °C       |
| Temperatura Med. | 25      | °C       |
| Presión Máx.     | 14,254  | psi      |
| Presión Mín.     | 0       | psi      |
| Presión Med.     | 14,6959 | psi      |



## Valores obtenidos en la simulación

| MAGNITUD         | VALOR   | UNIDADES |
|------------------|---------|----------|
| Velocidad Máx.   | 14,01   | m/s      |
| Velocidad Mín.   | 0,3959  | m/s      |
| Velocidad Med.   | 10      | m/s      |
| Temperatura Máx. | 96,85   | °C       |
| Temperatura Mín. | 0       | °C       |
| Temperatura Med. | 25      | °C       |
| Presión Máx.     | 14,2282 | psi      |
| Presión Mín.     | 0       | psi      |
| Presión Med.     | 14,6959 | psi      |

## Pruebas de temperatura a las piezas impresas con filamento PLA



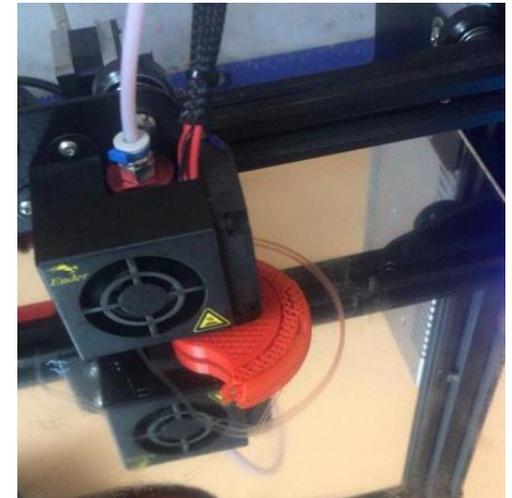
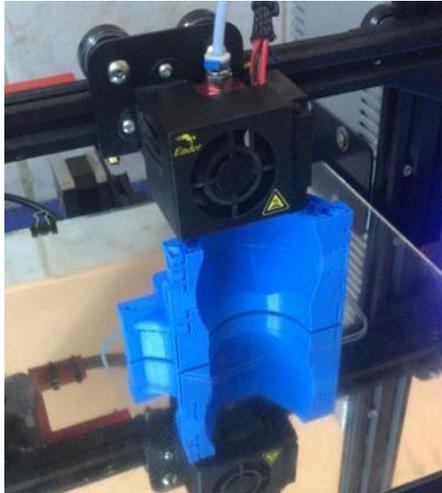
| Temperatura(°C) | Tiempo(min.) | Deformación |
|-----------------|--------------|-------------|
| 120             | 15           | No          |
| 130             | 15           | No          |
| 140             | 15           | No          |
| <b>149</b>      | <b>15</b>    | <b>Si</b>   |

## Pruebas de velocidad de aire con anemómetro.



| ALTERNATIVA DEL CUERPO DE ACELERACIÓN |                 |                  | CUERPO DE ACELERACIÓN CONVENCIONAL. |                  |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|------------------|
| Revoluciones(rpm)                     | Velocidad (m/s) | Temperatura (°C) | Velocidad (m/s)                     | Temperatura (°C) |
| 1000                                  | 1,7             | 21,1             | 4,4                                 | 22,6             |
| 2000                                  | 3,9             | 21,7             | 8,7                                 | 22,4             |
| 3000                                  | 4,7             | 22,8             | 8,9                                 | 25,3             |
| 4000                                  | 14,5            | 23,9             | 13,5                                | 23,9             |
| 4500                                  | 14,7            | 23,7             | 13,4                                | 23,9             |

## Manufactura de la alternativa diseñada

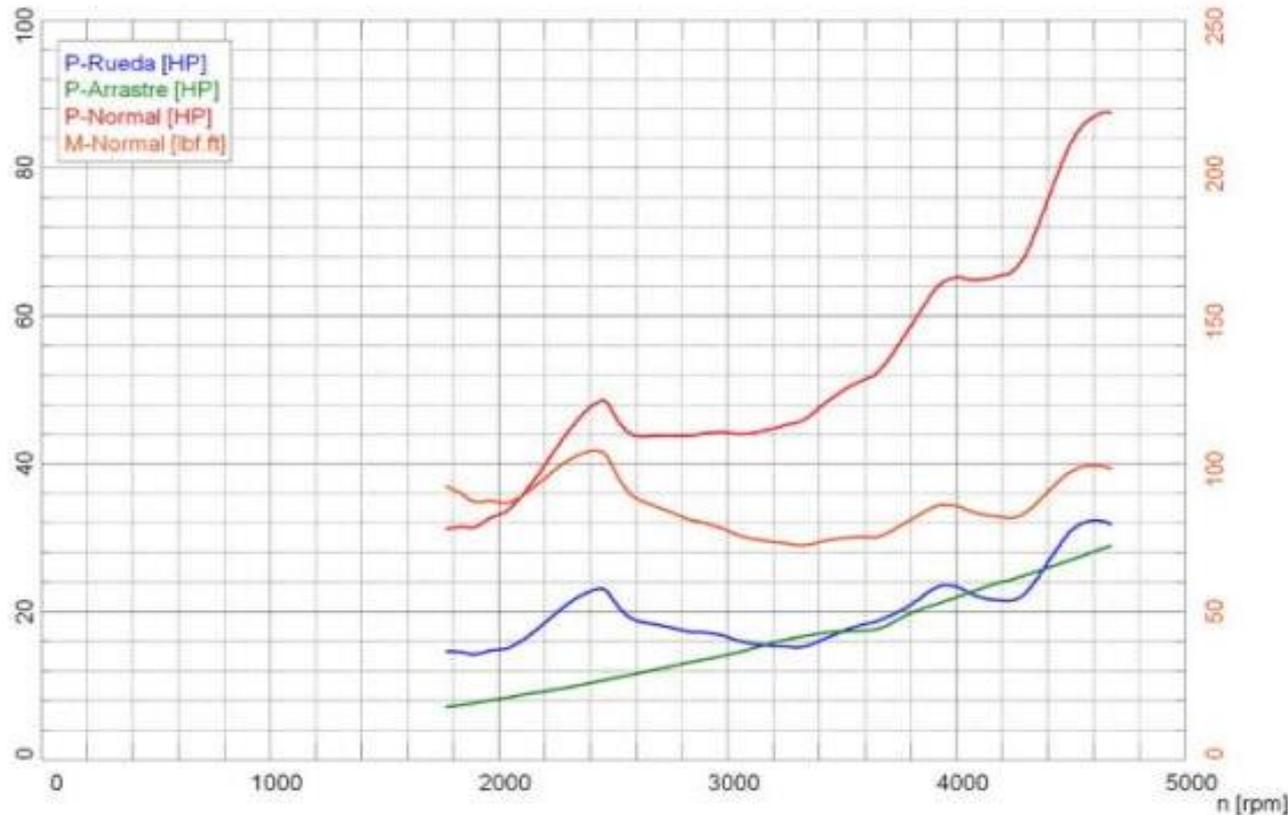


## Montaje del nuevo cuerpo de aceleración



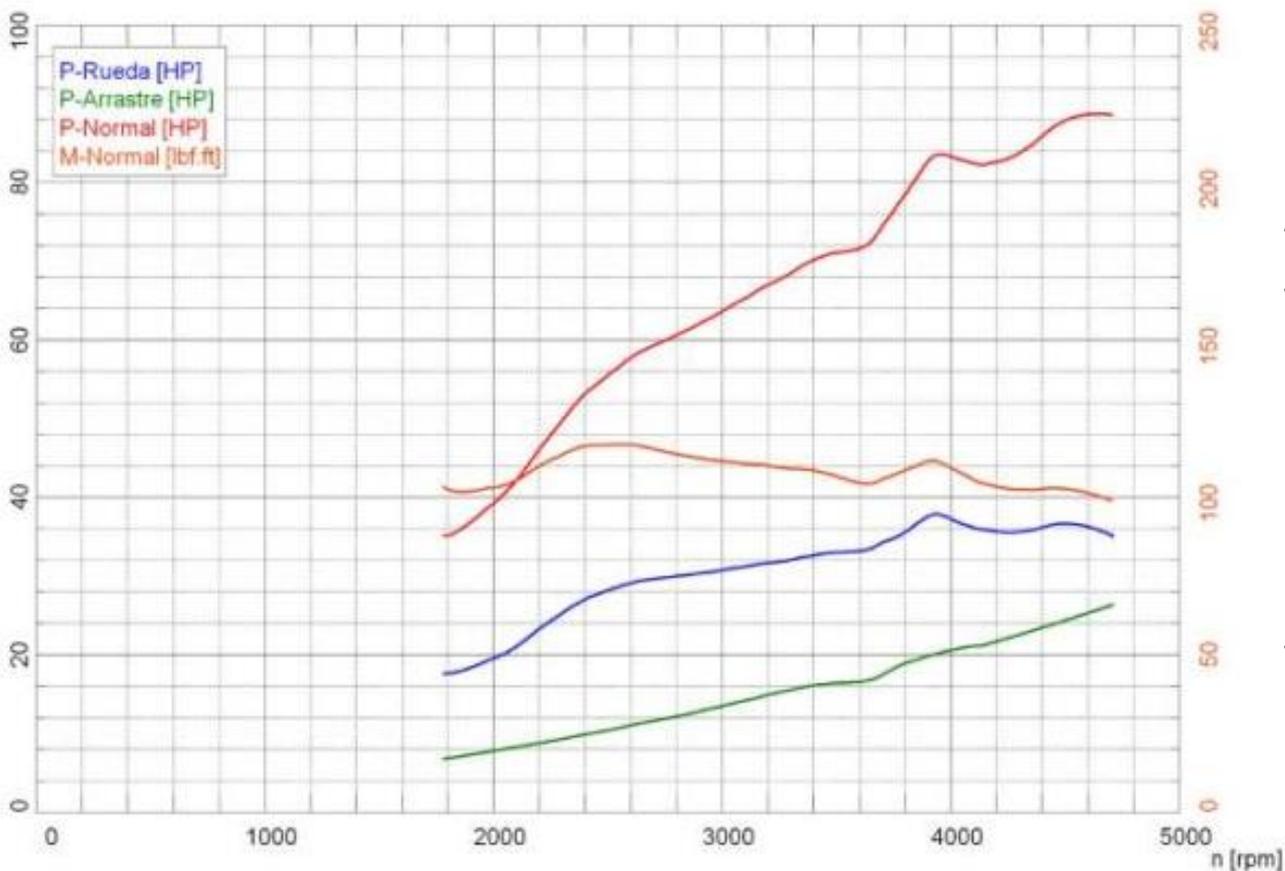
# PRUEBAS Y ANÁLISIS CON EL CUERPO DE ACELERACIÓN ESTÁNDAR.

## ➤ Primera Prueba.



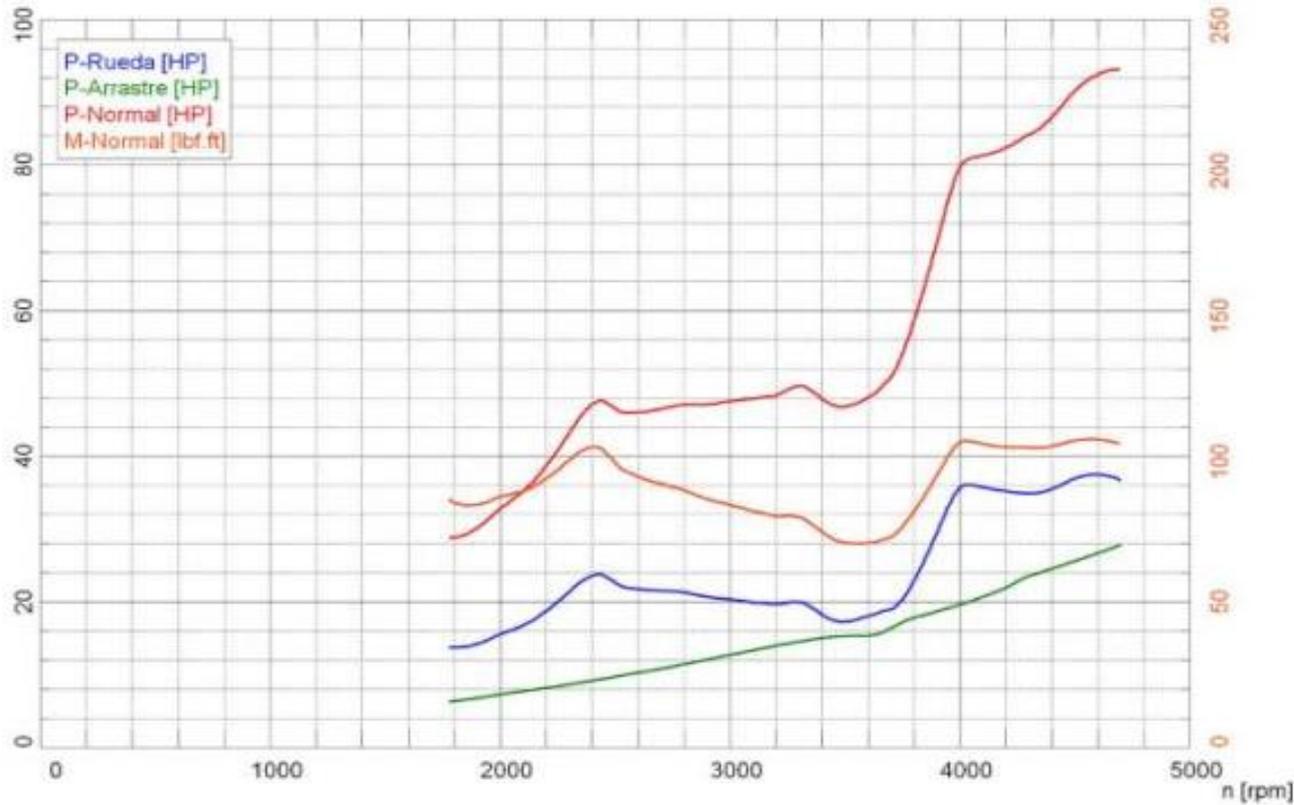
| MAGNITUD                  | VALOR  | UNIDAD |
|---------------------------|--------|--------|
| Potencia Normal           | 87,5   | HP     |
| Potencia Rueda            | 31,9   | HP     |
| Potencia Arrastre         | 28,8   | HP     |
| Torque o Par              | 141,41 | N.m    |
| Temperatura Ambiente      | 19,27  | °C     |
| Temperatura Aire Aspirado | 17,270 | °C     |
| Presión Aire              | 732,7  | hPa    |

## ➤ Segunda Prueba.



| MAGNITUD                  | VALOR  | UNIDAD |
|---------------------------|--------|--------|
| Potencia Normal           | 88,6   | HP     |
| Potencia Rueda            | 35,6   | HP     |
| Potencia Arrastre         | 25,8   | HP     |
| Torque o Par              | 157,95 | Nm     |
| Temperatura Ambiente      | 20,24  | °C     |
| Temperatura Aire Aspirado | 17,6   | °C     |
| Presión Aire              | 732,7  | hPa    |

## ➤ Tercera Prueba.



| MAGNITUD                  | VALOR  | UNIDAD |
|---------------------------|--------|--------|
| Potencia Normal           | 93     | HP     |
| Potencia Rueda            | 36,8   | HP     |
| Potencia Arrastre         | 27,6   | HP     |
| Torque o Par              | 143,17 | Nm     |
| Temperatura Ambiente      | 20,5   | °C     |
| Temperatura Aire Aspirado | 17,88  | °C     |
| Presión Aire              | 732,7  | hPa    |

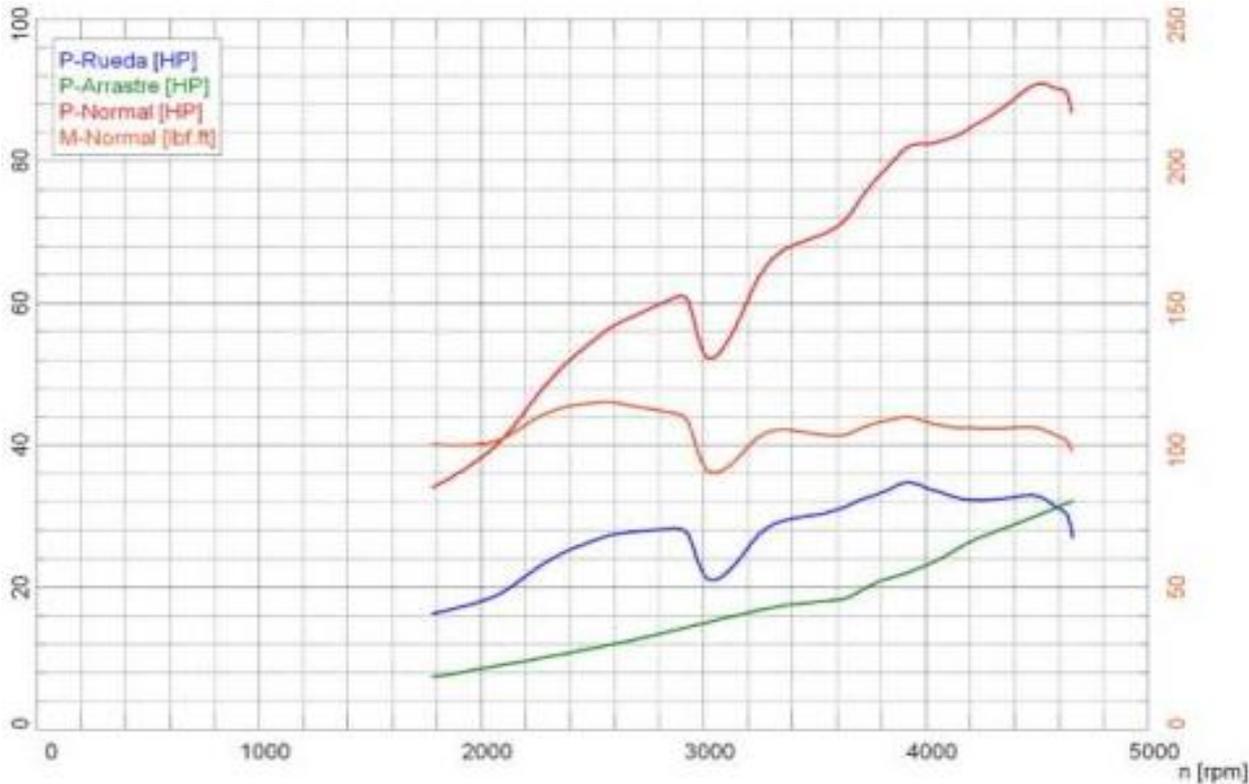
# CONCLUSIONES Y RESULTADOS CON EL CUERPO DE ACELERACIÓN ESTÁNDAR.

| Parámetros                 | Potencia |      |      | Torque |       |        |
|----------------------------|----------|------|------|--------|-------|--------|
|                            | Unidades | kw   | HP   | rpm    | Nm    | lbf.ft |
| Prueba 1                   | 65,2     | 87,5 | 4665 | 141,41 | 104,3 | 2420   |
| Prueba 2                   | 66,2     | 88,6 | 4665 | 157,95 | 116,5 | 2585   |
| Prueba 3                   | 69,4     | 93,0 | 4685 | 143,17 | 105,6 | 4570   |
| <b>Norma de Corrección</b> | ISO 1585 |      |      |        |       |        |

Al verificar los datos de la potencia máxima y del torque máximo, se puede concluir que los valores de las magnitudes presentadas son menores a los valores dados por el fabricante que son de 98 HP/ 4600 rpm para la potencia y de 180 N.m/ 2400 – 2800 rpm.

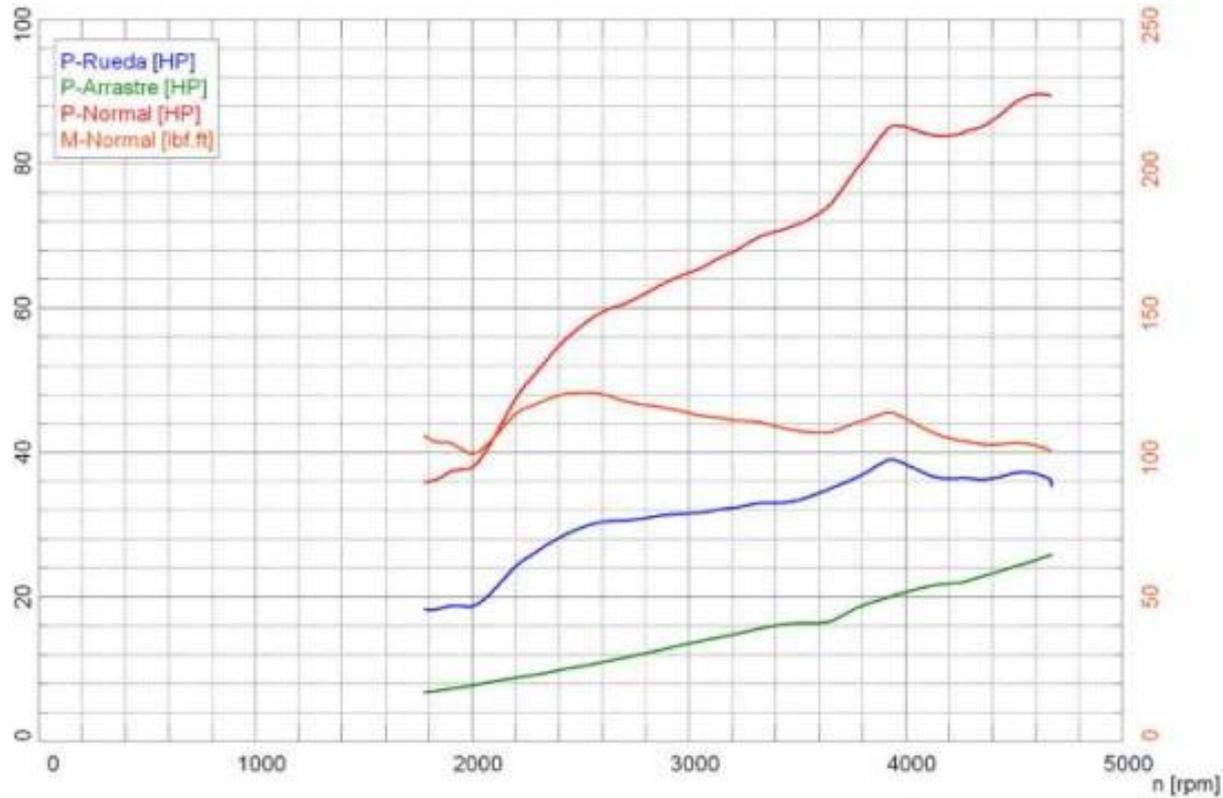
# PRUEBAS Y ANÁLISIS CON LA NUEVA ALTERNATIVA.

## ➤ Primera Prueba.



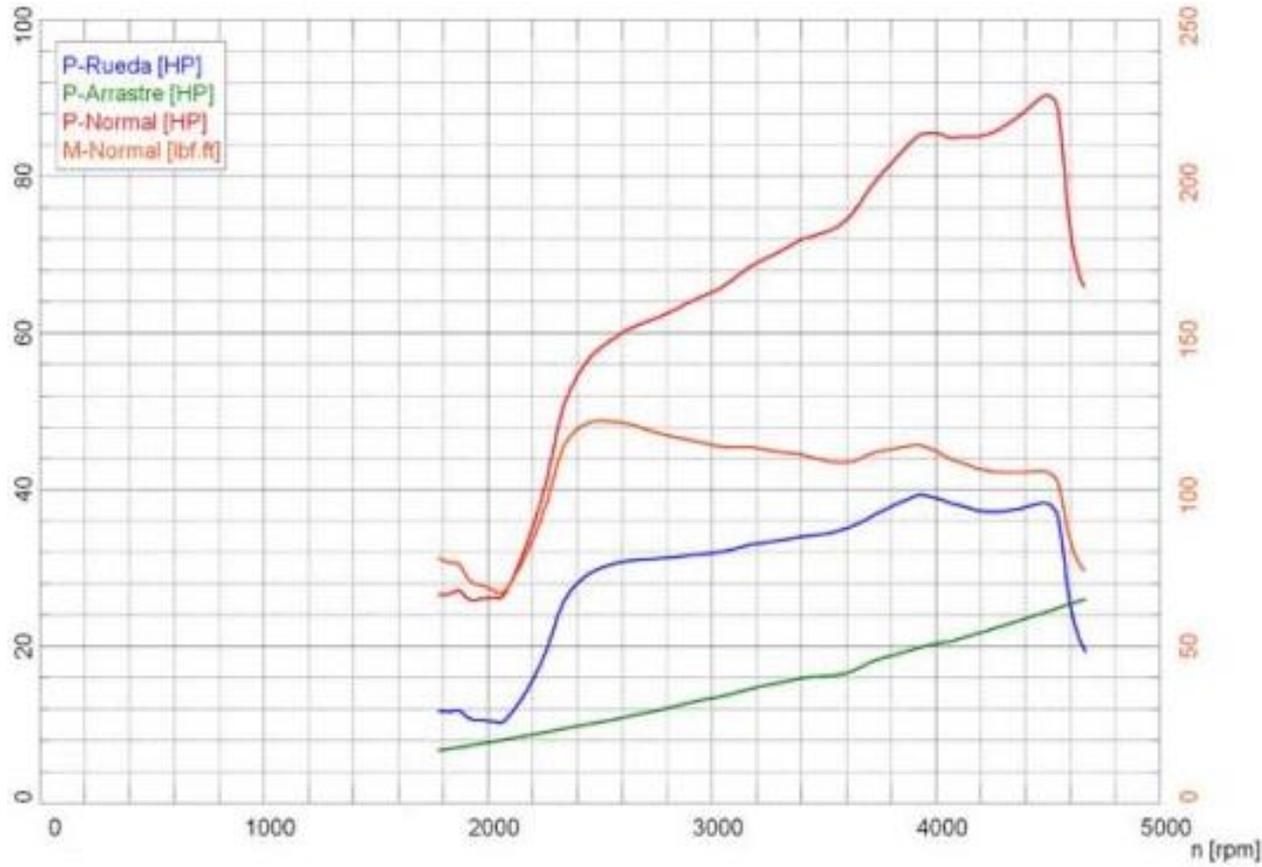
| MAGNITUD                  | VALOR  | UNIDAD |
|---------------------------|--------|--------|
| Potencia Normal           | 90,8   | HP     |
| Potencia Rueda            | 32,5   | HP     |
| Potencia Arrastre         | 30,3   | HP     |
| Torque o Par              | 155,78 | Nm     |
| Temperatura Ambiente      | 21,38  | °C     |
| Temperatura Aire Aspirado | 18,38  | °C     |
| Presión Aire              | 732,7  | hPa    |

## ➤ Segunda Prueba.



| MAGNITUD                  | VALOR  | UNIDAD |
|---------------------------|--------|--------|
| Potencia Normal           | 89,5   | HP     |
| Potencia Rueda            | 36,8   | HP     |
| Potencia Arrastre         | 25,2   | HP     |
| Torque o Par              | 163,37 | Nm     |
| Temperatura Ambiente      | 21,27  | °C     |
| Temperatura Aire Aspirado | 18,22  | °C     |
| Presión Aire              | 732,7  | hPa    |

➤ Tercera Prueba.



| MAGNITUD                  | VALOR  | UNIDAD |
|---------------------------|--------|--------|
| Potencia Normal           | 90,2   | HP     |
| Potencia Rueda            | 38,2   | HP     |
| Potencia Arrastre         | 24,3   | HP     |
| Torque o Par              | 165,14 | Nm     |
| Temperatura Ambiente      | 21,28  | °C     |
| Temperatura Aire Aspirado | 18,27  | °C     |
| Presión Aire              | 732,7  | hPa    |

## CONCLUSIONES Y RESULTADOS CON LA NUEVA ALTERNATIVA.

| Parámetros                 | Potencia |      |      | Torque |          |        |      |
|----------------------------|----------|------|------|--------|----------|--------|------|
|                            | Unidades | kw   | HP   | rpm    | Nm       | lbf.ft | rpm  |
| Prueba 1                   |          | 67,7 | 90,8 | 4525   | 155,78   | 114,9  | 2560 |
| Prueba 2                   |          | 66,7 | 89,5 | 4615   | 163,37   | 120,5  | 2535 |
| Prueba 3                   |          | 67,3 | 90,2 | 4495   | 165,14   | 121,8  | 2510 |
| <b>Norma de Corrección</b> |          |      |      |        | ISO 1585 |        |      |

Se observa que la mayor potencia obtenida se ubica en la primera prueba con 90,8 HP con un régimen de giro de 4525 rpm, mientras que el torque máximo lo tiene la tercera prueba con 165,14 N.m a 2510 rpm.

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN LA PRUEBA DE DINAMÓMETRO ENTRE LOS DOS CUERPOS DE ACCELERACIÓN.

| Condición 1     |               |               | Condición 2     |               |               |
|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| # Prueba        | Potencia [HP] | Torque [N.m]  | # Prueba        | Potencia [HP] | Torque [N.m]  |
| Prueba 1        | 87,5          | 141,41        | Prueba 1        | 90,8          | 155,78        |
| Prueba 2        | 88,6          | 157,95        | Prueba 2        | 89,5          | 163,37        |
| Prueba 3        | 93,0          | 143,17        | Prueba 3        | 90,2          | 165,14        |
| <b>Promedio</b> | <b>89,7</b>   | <b>147,51</b> | <b>Promedio</b> | <b>90,16</b>  | <b>161,43</b> |

# CÁLCULOS DEL CONSUMO ESPECÍFICO (TEÓRICO) EN LOS DOS CUERPOS DE ACCELERACIÓN.

## ➤ Cuerpo de Aceleración Convencional.

✓ Primera Prueba.

$$P_{max1} = 86,8 \text{ HP} \approx 64,73 \text{ kWatt}$$

$$P_{min1} = 31,2 \text{ HP} \approx 23,26 \text{ kWatt}$$

*m*, es la masa de combustible  $[135,5 \times 10^{-6} \text{ m/}^\circ \text{C}]$

$$C_e = \frac{m \cdot d}{P \cdot t} \left[ \frac{g}{\text{kWatt}} \cdot h \right];$$

$$C_{e_{max1}} = 158,59 \left[ \frac{g}{\text{kWatt}} \cdot h \right]$$

$$C_{e_{min1}} = 188,306 \left[ \frac{g}{\text{kWatt}} \cdot h \right]$$

✓ Segunda Prueba.

$$P_{max2} = 88,5 \text{ HP} \approx 65,99 \text{ kWatt}$$

$$P_{min2} = 35,1 \text{ HP} \approx 26,17 \text{ kWatt}$$

$$Ce = \frac{m*d}{P*t} \left[ \frac{g}{kW} \cdot h \right];$$

$$Ce_{max2} = 155,56 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

$$Ce_{min2} = 167,36 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

✓ Tercera Prueba.

$$P_{max3} = 92,4 \text{ HP} \approx 68,9 \text{ kWatt}$$

$$P_{min3} = 28,7 \text{ HP} \approx 21,4 \text{ kWatt}$$

$$Ce = \frac{m*d}{P*t} \left[ \frac{g}{kW} \cdot h \right];$$

$$Ce_{max3} = 148,99 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

$$Ce_{min3} = 204,67 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

➤ **Cuerpo de Aceleración con la nueva alternativa.**

✓ Primera Prueba.

$$P_{max1} = 90,7 \text{ HP} \approx 67,63 \text{ kWatt}$$

$$P_{min1} = 34,3 \text{ HP} \approx 25,58 \text{ kWatt}$$

*m*, es la masa de combustible [ $135,5 \times 10^{-6} \text{ m}/^\circ \text{C}$ ]

$$Ce = \frac{m \cdot d}{P \cdot t} \left[ \frac{g}{kW} \cdot h \right];$$

$$Ce_{max1} = 152,97 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

$$Ce_{min1} = 171,22 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

✓ Segunda Prueba.

$$P_{max2} = 89,5 \text{ HP} \approx 66,74 \text{ kWatt}$$

$$P_{min2} = 35,9 \text{ HP} \approx 26,77 \text{ kWatt}$$

$$Ce = \frac{m*d}{P*t} \left[ \frac{g}{kW} \cdot h \right];$$

$$Ce_{max2} = 153,815 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

$$Ce_{min2} = 163,61 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

✓ Tercera Prueba.

$$P_{max3} = 90,2 \text{ HP} \approx 67,26 \text{ kWatt}$$

$$P_{min3} = 26,1 \text{ HP} \approx 19,46 \text{ kWatt}$$

$$Ce = \frac{m*d}{P*t} \left[ \frac{g}{kW} \cdot h \right];$$

$$Ce_{max3} = 152,63 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

$$Ce_{min3} = 225,07 \left[ \frac{g}{kWatt} \cdot h \right]$$

| Condición 1     |                             |                             | Condición 2     |                             |                             |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| # Prueba        | Consumo Pot.Máx<br>[g/Kw.h] | Consumo Pot.Mín<br>[g/Kw.h] | # Prueba        | Consumo Pot.Máx<br>[g/Kw.h] | Consumo Pot.Mín<br>[g/Kw.h] |
| Prueba 1        | 158,59                      | 188,306                     | Prueba 1        | 152,97                      | 171,22                      |
| Prueba 2        | 175,93                      | 167,36                      | Prueba 2        | 179,94                      | 163,61                      |
| Prueba 3        | 148,99                      | 204,67                      | Prueba 3        | 152,63                      | 225,07                      |
| <b>Promedio</b> | <b>161,17</b>               | <b>186,79</b>               | <b>Promedio</b> | <b>161,85</b>               | <b>186,63</b>               |

## ➤ CONCLUSIONES.

- Las pruebas realizadas en el dinamómetro de rodillos dieron como resultado una potencia máxima con la nueva alternativa de 90,8 HP a 4525 rpm, siendo más estable entre cada prueba realizada y un torque máximo de 165,14 a 2510 rpm, siendo este dato más elevado con la nueva alternativa para el cuerpo de aceleración en comparación con el cuerpo de aceleración convencional.
- Las simulaciones que se realizaron en el software ANSYS del paso del fluido dentro del cuerpo ayudaron a determinar la velocidad, temperatura y presión que el flujo de aire posee teóricamente, dando como resultado que la velocidad de aire en la nueva alternativa para el cuerpo de aceleración es superior en 0,04 m/s.
- Para determinar el punto de deformación del material, el cuerpo impreso en el filamento PLA fue sometido a pruebas de temperatura dando como resultado una temperatura de deformación de 149 °C.
- Mediante los cálculos para la velocidad del aire se obtuvieron los valores para el cuerpo de aceleración convencional un valor de 13,93 m/s y para la nueva alternativa del cuerpo un valor de 17,44 m/s; demostrando una mejora teórica con el nuevo cuerpo de aceleración.
- Al medir la velocidad del aire(real) con un anemómetro, nos dio como resultado un valor de velocidad de aire para el cuerpo de aceleración convencional de 13,4 m/s mientras que para la nueva alternativa un valor de 14,7 m/s; demostrando que existe una mejora en la velocidad de entrada del aire pero no de la manera que se demostró en la simulación.

## RECOMENDACIONES.

- Al imprimir las piezas no se lo debe configurar con el 100% de relleno del material, esto se debe a que la pieza va a ser muy robusta y pesada, pero el acabado no será el requerido para la pieza, al configurar adecuadamente la impresora dará como resultado una pieza con excelente relleno y excepcional acabado, de esa manera se logra tener una pieza resistente a cualquier condición que vaya a ser sometida.
- Considerar el tipo de pared que posee el elemento diseñado, esto se debe a que las fórmulas matemáticas en diseño son diferentes tanto para elementos con pared delgada como elementos con pared gruesa.
- Para comprobar los resultados de la velocidad de aire en la entrada del cuerpo, emplear un anemómetro digital para determinar valores de velocidad y temperatura de aire adquirida.
- Realizar pruebas de temperatura para las piezas impresas en el material requerido, con el fin de conocer la temperatura de deformación que existe en la pieza ya que no es la misma que se especifica en los catálogos del fabricante.
- Configurar la inyección del combustible mediante un análisis de la ECU para mejorar la combustión dentro del cilindro, con el fin de que el motor no se apague al instante de que la aleta se encuentre totalmente abierta.