



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“INVESTIGACIÓN EN LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉRMICOS Y MECÁNICOS DEL MOTOR SWIFT 1.6 G16A AL IMPLEMENTAR LOS SISTEMAS TWIN CAM Y GTI”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

AUTOR: JOSÉ LUIS TUBÓN CONDEMAITA

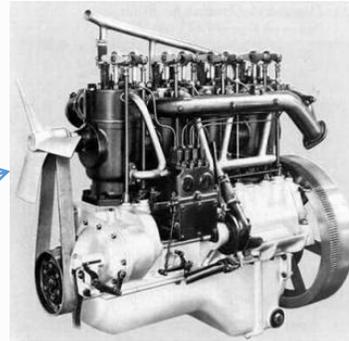
DIRECTOR: ING. LUIS MENA

Latacunga

2017

## Antecedentes de la investigación

Se basa en la observación de fenómenos, problemas o necesidades que se presentan los motores de combustión interna



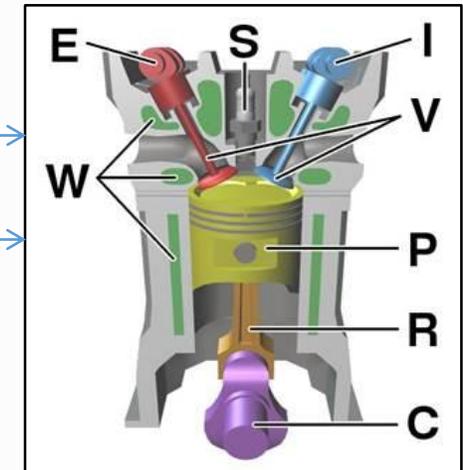
EVOLUCIÓN



Mejorar el desempeño del motor

Parámetros mecánicos y térmicos.

Reducción de contaminantes





# Problema a investigar



## CAUSA

Crecimiento del mercado automotor.  
Precio de automóviles eficientes.  
Pésima calidad del combustible

Reducción de los gases contaminantes y eficiencia en los motores de combustión interna

## EFEECTO

Efecto invernadero.  
Inversión en nuevos sistemas del vehículo.  
Búsqueda de varias alternativas de combustibles.



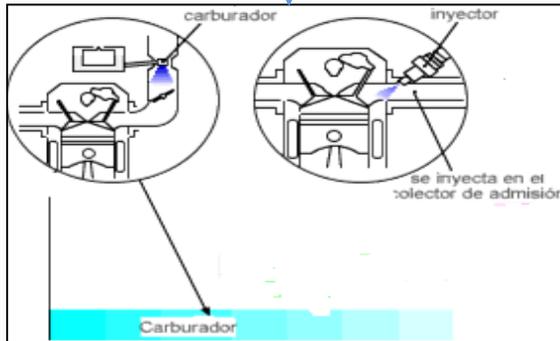
## Importancia



Avance tecnológico



Mediante conocimientos técnicos sobre investigaciones de los motores de combustión interna



Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.





## Objetivo General

- Investigar la variación de los parámetros térmicos y mecánicos del motor Swift 1.6 G16A al implementar los sistemas TWIN CAM y GTI.





## Objetivos Específicos

- Realizar la medición de los parámetros mecánicos del motor Swift 1.6 G16A en el sistema tradicional.
- Realizar la medición de los parámetros mecánicos y térmicos del motor Swift 1.6 G16A implementado los sistemas TWIN CAM y GTI.
- Realizar los cálculos y comparación de desempeño mecánico y térmico del motor Swift 1.6 G16A con sistemas tradicionales y TWIN CAM / GTI

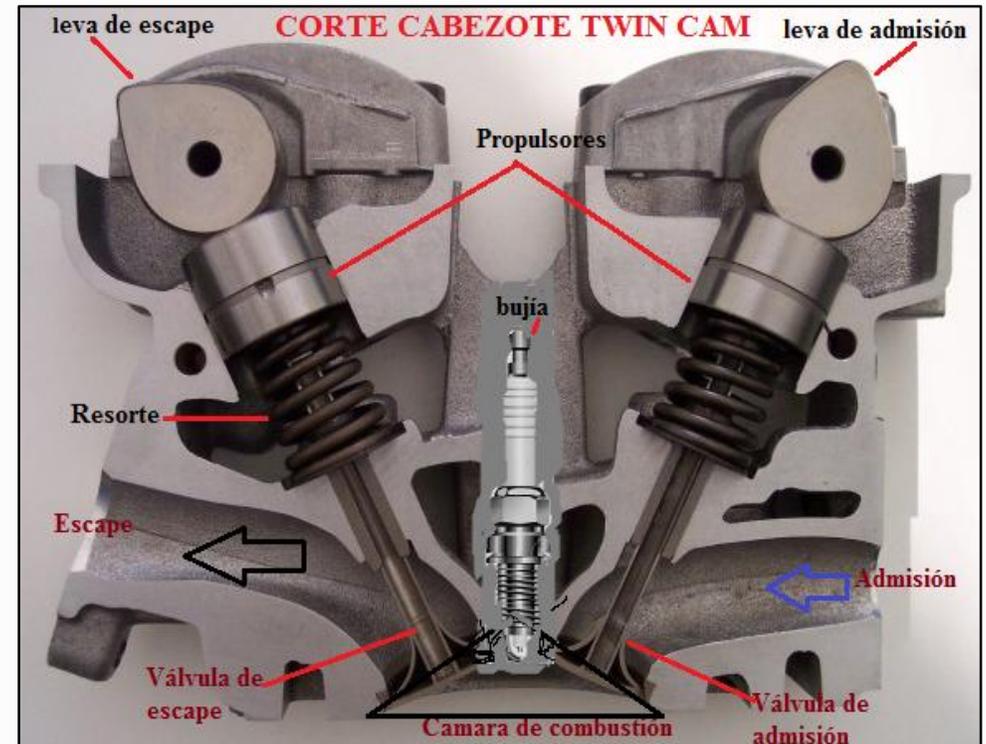


## Características del cabezote TWIN CAM

Permite ubicar la bujía en el centro de la cámara de combustión

Facilita un elevado régimen del motor, debido a que se elimina el arrastre de balancines

Facilita el espacio para las levas 2 de admisión y 2 de escape permitiendo un mejor llenado e intercambio de gases

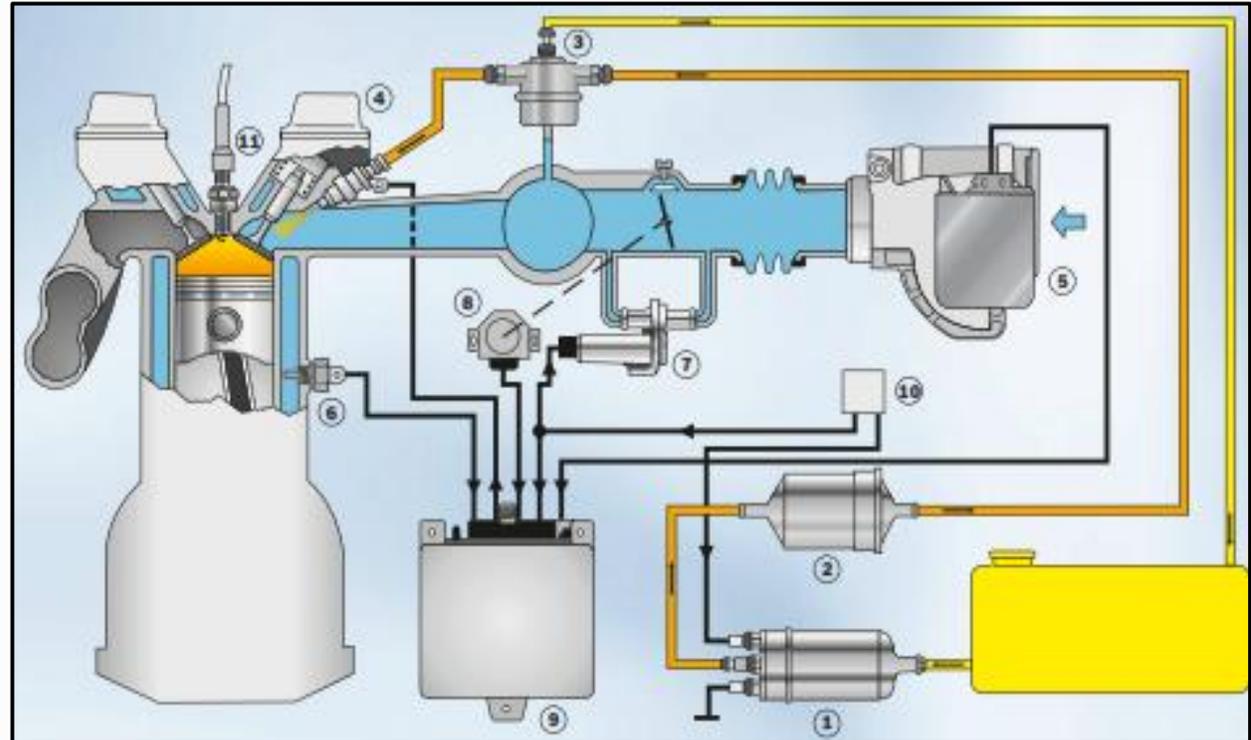


## Características sistema de inyección GTI

Menor contaminación

Menor consumo de combustible

Arranque más rápido





## Obtención de los parámetros característicos e implementación de los sistemas

Levantamiento de datos se utilizó protocolos de pruebas de los laboratorios

Utilizo equipos tecnológicos que midieron parámetros.

Los datos y resultados de las pruebas se realizaron con la ayuda de equipos e instrumentos de laboratorio.

Parámetro	Equipo/Instrumento	Lugar
Información y Cálculos	Computador portátil, fuentes confiables, libros y artículos.	Biblioteca de las Fuerzas Armadas ESPE
Torque y Potencia	Banco de Pruebas Dinamómetro LPS 3000	Laboratorio del (CCICEV)
Consumo de combustible	Equipo de medición de consumo de combustible	Laboratorio del (CCICEV)
Emisiones de gases	Testo MG5	Laboratorio del (CCICEV)



## Especificaciones del dinamómetro de rodillos LPS 3000 R200/2

Juego de rodillos	R200/2 reforzado
Carga sobre el eje	15 t
Longitud (mm)	2260 por tornillo
Ancho (mm)	1100
Altura (mm)	865
Peso	Aprox. 1310 kg por rodillos
Longitud del rodillos	900 mm
Vía min.	1000 mm
Vía máx.	2800 mm
Diámetro mínimo de rueda para ensayar	12 "
Diámetro de rodillos	318 mm
Distancia entre rodillos	565 mm
Sistema de elevación con bloqueo de rodillos	
Hidráulica	Si
Neumática	No
Precisión de medición	+/-2% del valor de medición



## Implementación del cabezote TWIN CAM e inyección GTI

El sistema de inyección GTI, es original del este cabezote motivo por el que no se tuvo que realizar ninguna adaptación en múltiple de admisión y escape.

Desmontaje



Montaje





## Montaje en conjunto del Cabezote TWIN CAM y sistema de inyección GTI

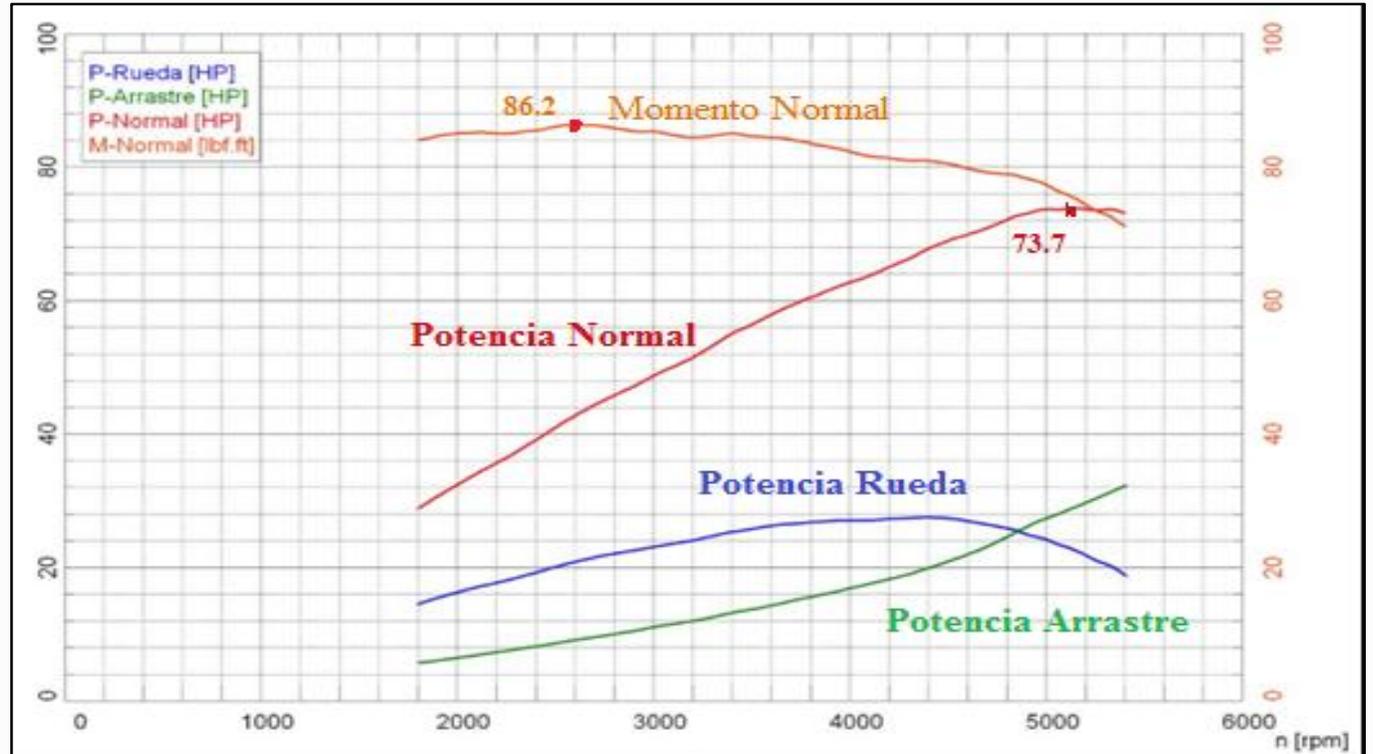
Para facilitar el montaje del cabezote TWIN CAM, se retiró el motor de la carrocería.





# Datos y registro de la información

Curvas características sin la implementación de los sistemas TWIN CAM y GTI.



### Valores de potencia

Potencia normal <sup>1)</sup>	$P_{Normal}$	73,7 HP / 55,0 kW
Potencia motor	$P_{Mot}$	51,5 HP / 38,4 kW
Potencia ruedas	$P_{Rueda}$	22,8 HP / 17,0 kW
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	28,7 HP / 21,4 kW
Potencia máx.		5125 rpm / 87,1 mph
Par <sup>1)</sup>	$M_{Normal}$	86,2 lb.ft
Par máx.		2600 rpm / 44,2 mph
RPM máx. alcanzado		5405 rpm / 92,0 mph

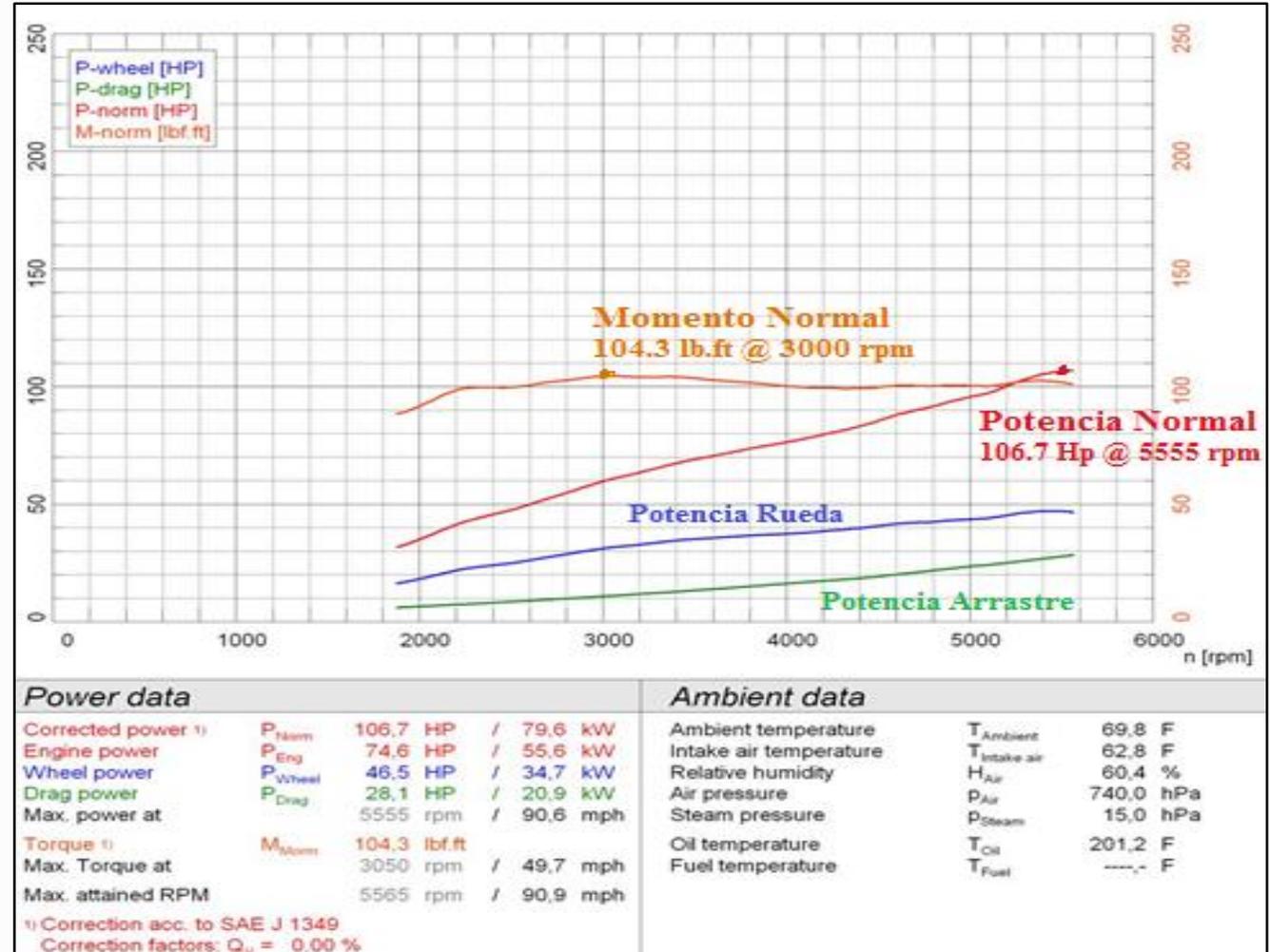
### Valores del ambiente

Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	69,6 F
Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	62,8 F
Humedad relativa del aire	$H_{Aire}$	57,1 %
Presión del aire	$P_{Aire}$	738,3 hPa
Presión del vapor	$P_{Vapor}$	14,1 hPa
Temperat. del aceite	$T_{Aceite}$	203,0 F
Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	----, - F



## Datos y registro de la información

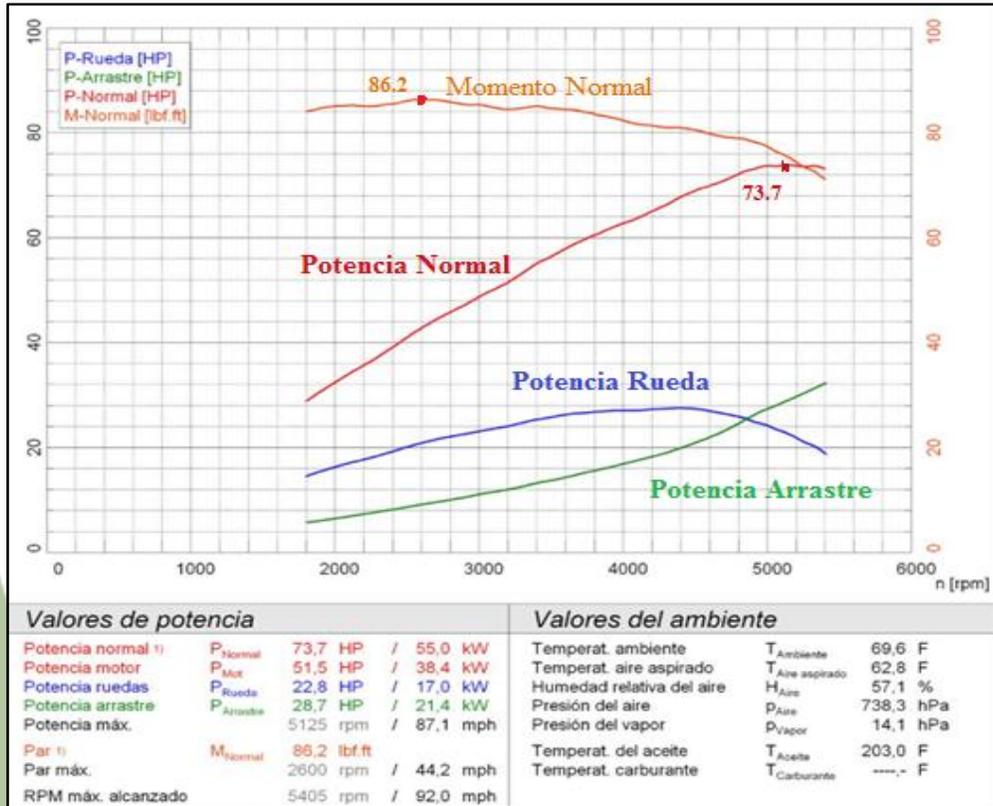
Curvas características con la implementación de los sistemas TWIN CAM y GTI.



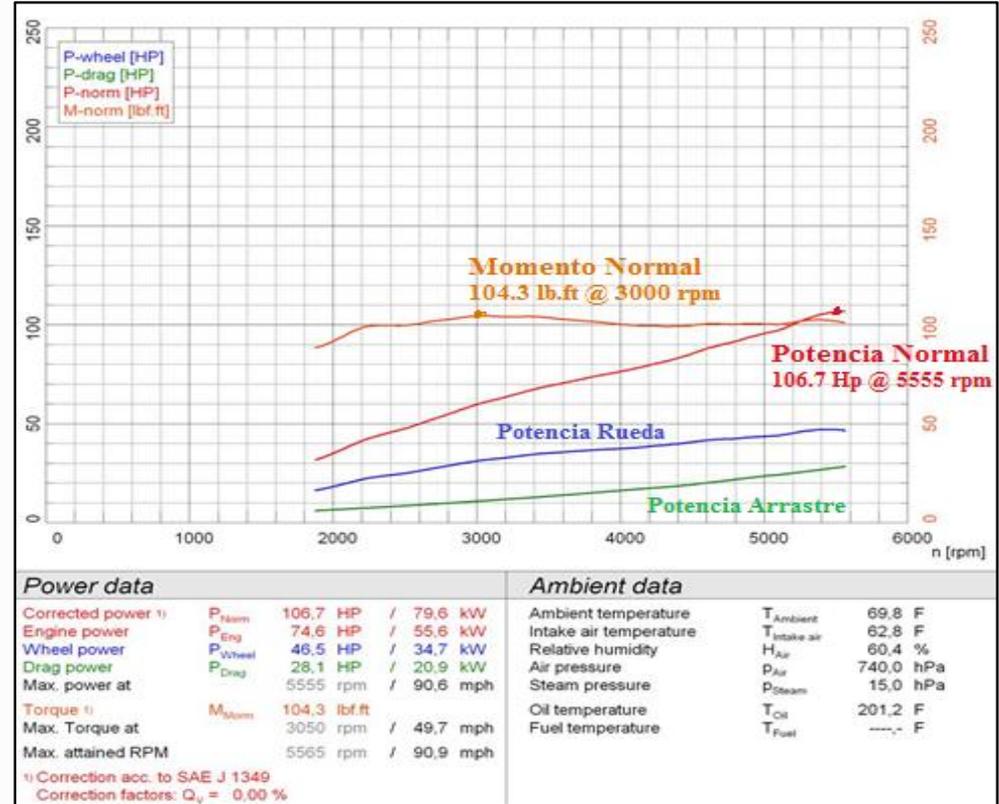


# Análisis de torque y potencia

## Sistemas tradicional.



## Sistemas TWIN CAM y GTI.





## Cálculos potencia

### Características del motor

Datos motor G16A			
Revoluciones	N	5550	Rpm
Cilindrada total	VH	1590	cm <sup>3</sup>
Carrera	S	0.090	m <sup>3</sup>
Longitud de Biela	L	-	m
Diámetro del Pistón	D	0.0755	m
Numero de Cilindros	I	4	
Relación de Compresión	$\epsilon$	10	:1

## Parámetros

Revoluciones	n	5900	Rpm
Cilindrada total	VH	1590	cm <sup>3</sup>
Carrera	S	0.090	M
Longitud de Biela	L	0.166	M
Diámetro del Pistón	D	0.0755	M
Numero de Cilindros	I	4	
Relación de Compresión	$\epsilon$	10	:1
Temperatura Ambiente	To	(15-20°C) +273 °K	°K
Coficiente Politrópico	n1	1.34	-
Temperatura de gases residuales	T.res	(500-600) +273	°K
Presión de los gases Residuales	Pre s	0.11 – 0.125	MPa
Densidad del aire	$\rho$	1.2-1.5	Kg/m <sup>3</sup>
Coficiente Var. Molecular	$\beta$	1.06-10.8	-
Exponente Politrópico Expansión	n2	1.23 – 1.30	-
Presión ambiente	Po	0.1 – 0.3	MPa
Rendimiento mecanico	$n_m$	0.7 – 0.85	-
Presión indicada	pi	0.8-1.2	MPa



## Cálculos potencia efectiva

La velocidad angular del cigüeñal  
 $\omega = 2\pi n$  (r.p.s)  $\omega = 581.19$  rps

La velocidad máxima del pistón  
 $C_{p\ max} = 1.63(2Sn)$   $C_{p\ max} = 27.47 \frac{m}{seg}$

Cálculo de la velocidad de movimiento en la sección del paso de la válvula  
 $W_{ad} = \frac{C_{p\ max} * F_p}{f_{ad}}$   $W_{ad} = 158.67 \frac{m}{seg}$

Presión al final de admisión (MPa)  $((\beta^2 + \xi_{ad})=3.75$  y  $P_o=0.1$ ) (valor experimental)  
 $P_a = P_o - (\beta^2 + \xi_{ad}) * \frac{W_{ad}^2}{2} * \rho_o$  (MPa)  $P_a = 0.0295$  (MPa)

Coefficiente de gases residuales

$$\gamma_r = \frac{T_o + \Delta T}{T_r} * \frac{P_r}{\varepsilon * P_a - P_r}$$
$$\gamma_r = 0.256$$



## Cálculos potencia efectiva

Temperatura al final de admisión  $T_a$ .

$$T_a = \frac{T_o + \Delta T + Y_r * Tr}{1 + Y_r} \text{ (}^\circ K\text{)} \quad T_a = 420.8 \text{ (}^\circ K\text{)}$$

Presión al final de compresión  $P_c$

$$P_c = P_a * \varepsilon^{n_1} \quad P_c = 0.646 \text{ Mpa}$$

Temperatura al final de compresión  $T_c$ .

$$T_c = (T_a * \varepsilon^{n_1-1}) \text{ (}^\circ K\text{)} \quad T_c = 920 \text{ (}^\circ K\text{)}$$

Presión máxima del ciclo  $P_z$ .

$$P_z = \beta * P_c * \frac{T_z}{T_c} \text{ (MPa)} \quad P_z = 1.54 \text{ (MPa)}$$

Presión máxima real  $P_{z1}$

$$P_{z1} = 0.85 * P_z \quad P_{z1} = 1.311 \text{ (MPa)}$$



## Cálculos potencia efectiva

Fuerza máxima generada en el ciclo de trabajo resulta de multiplicar la presión máxima del ciclo  $Pz1$  por el área de la cara del pistón.

$$F_{max} = Pz1 * A_{cp} (N)$$

$$F_{max} = 1581.6 (N)$$



Torque ( $\tau$ ), Producto de la fuerza máxima del ciclo por el radio de giro del cigüeñal.

$$\tau = F_{max} * S/2 (N.m)$$

$$\tau = 142.34 (N.m)$$

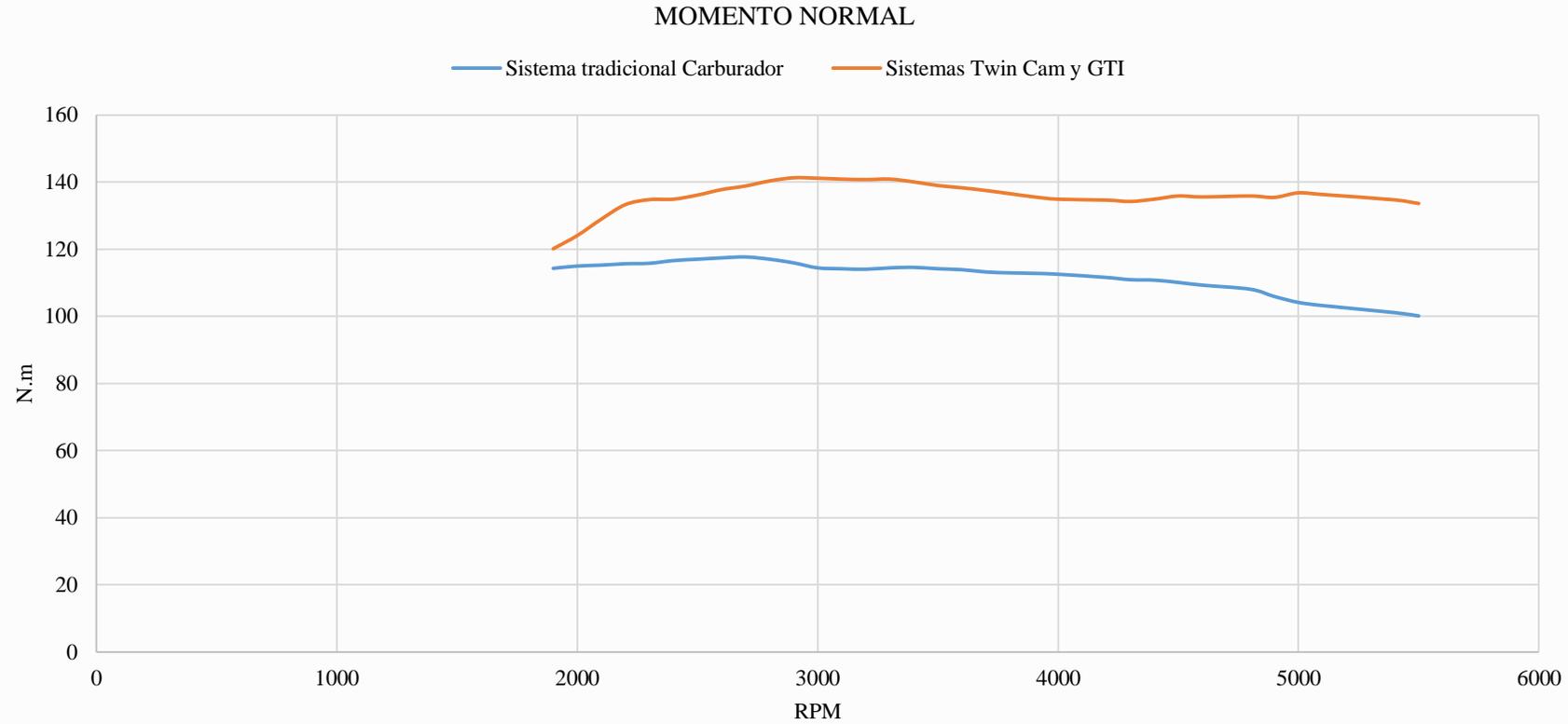
Potencia(P)

$$P = \tau * \omega (Kw)$$

$$P = 82.73 (Kw)$$

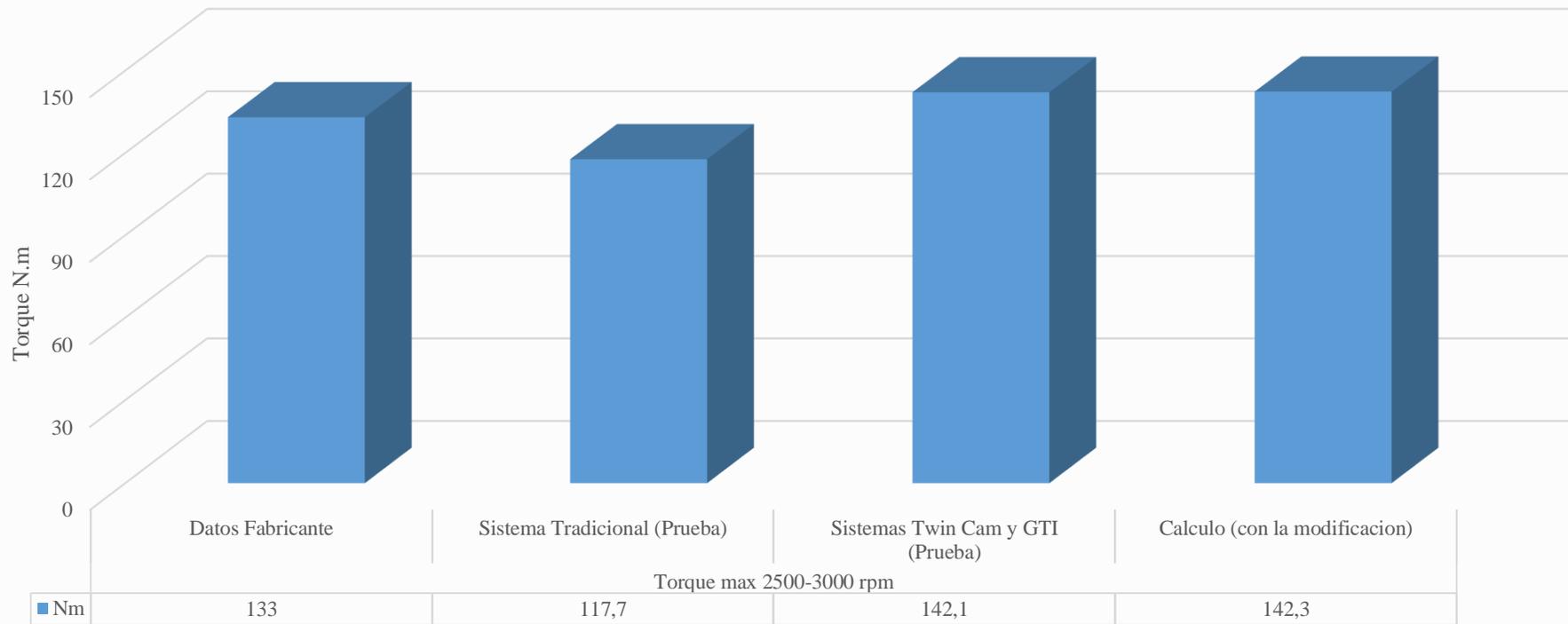


# Análisis de Curvas de torque





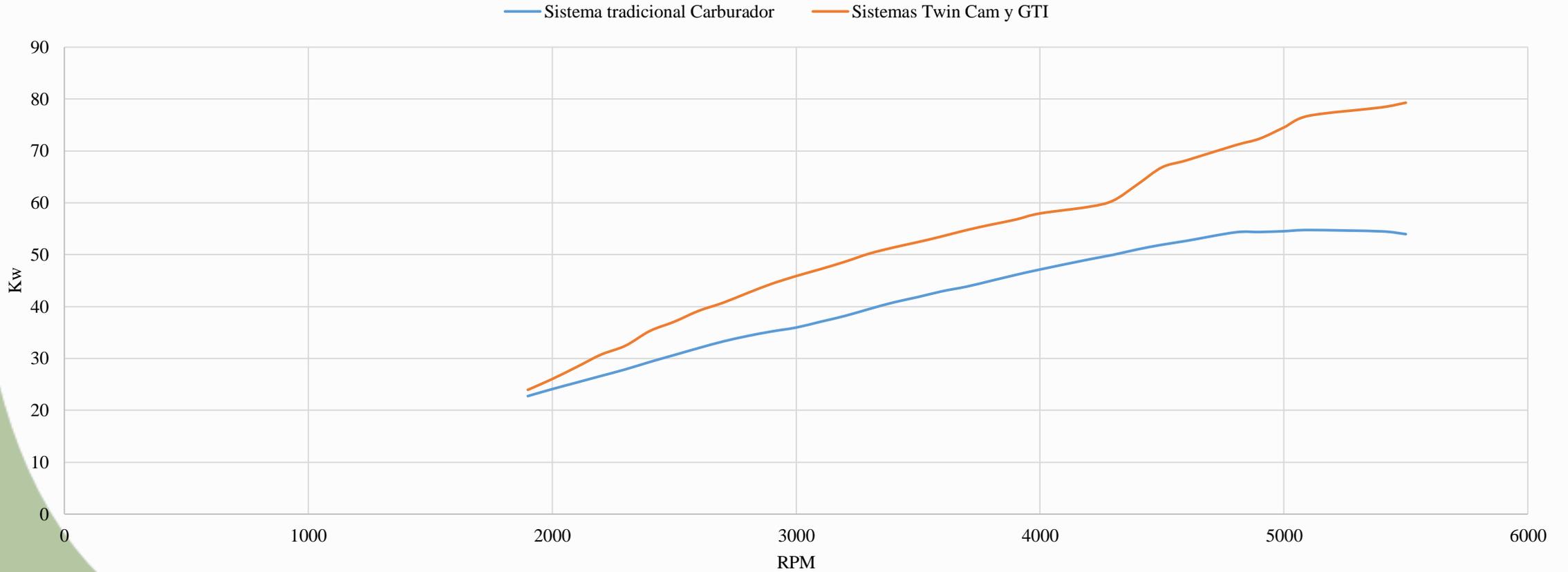
# Comparación de Torque





## Análisis potencia normal

POTENCIA NORMAL

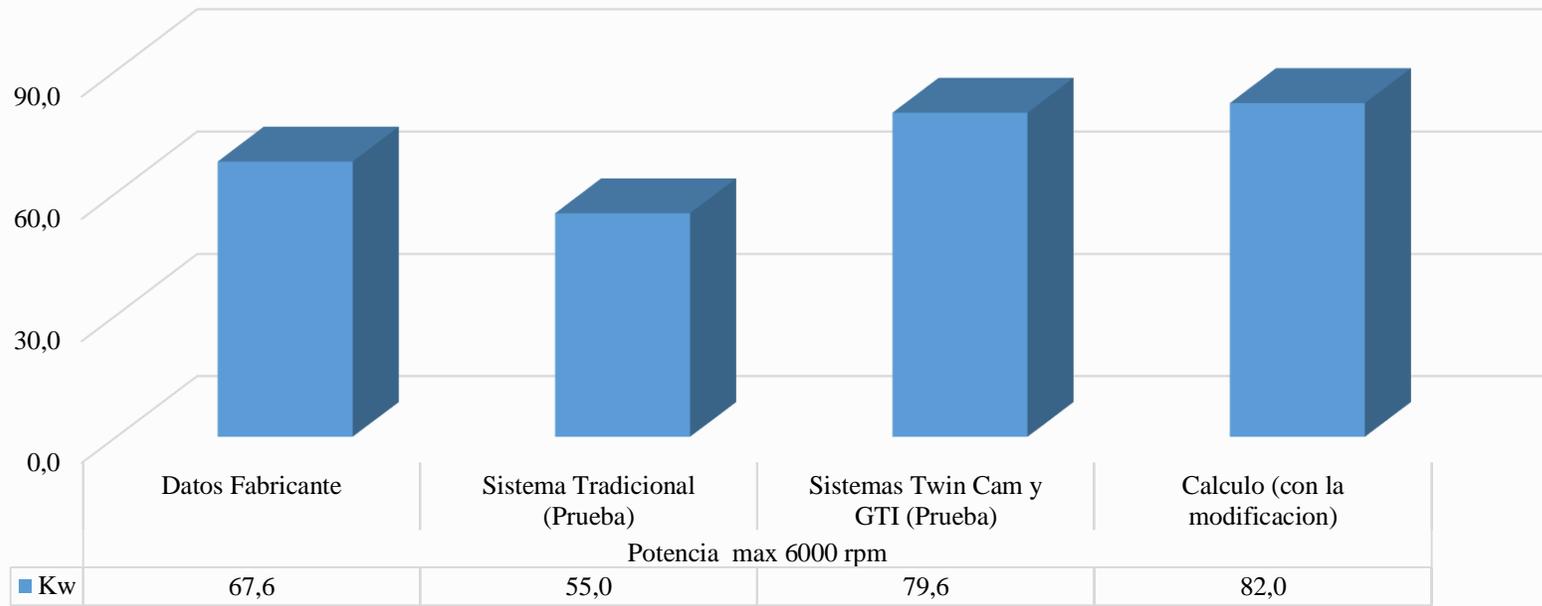




## Comparación de Potencia

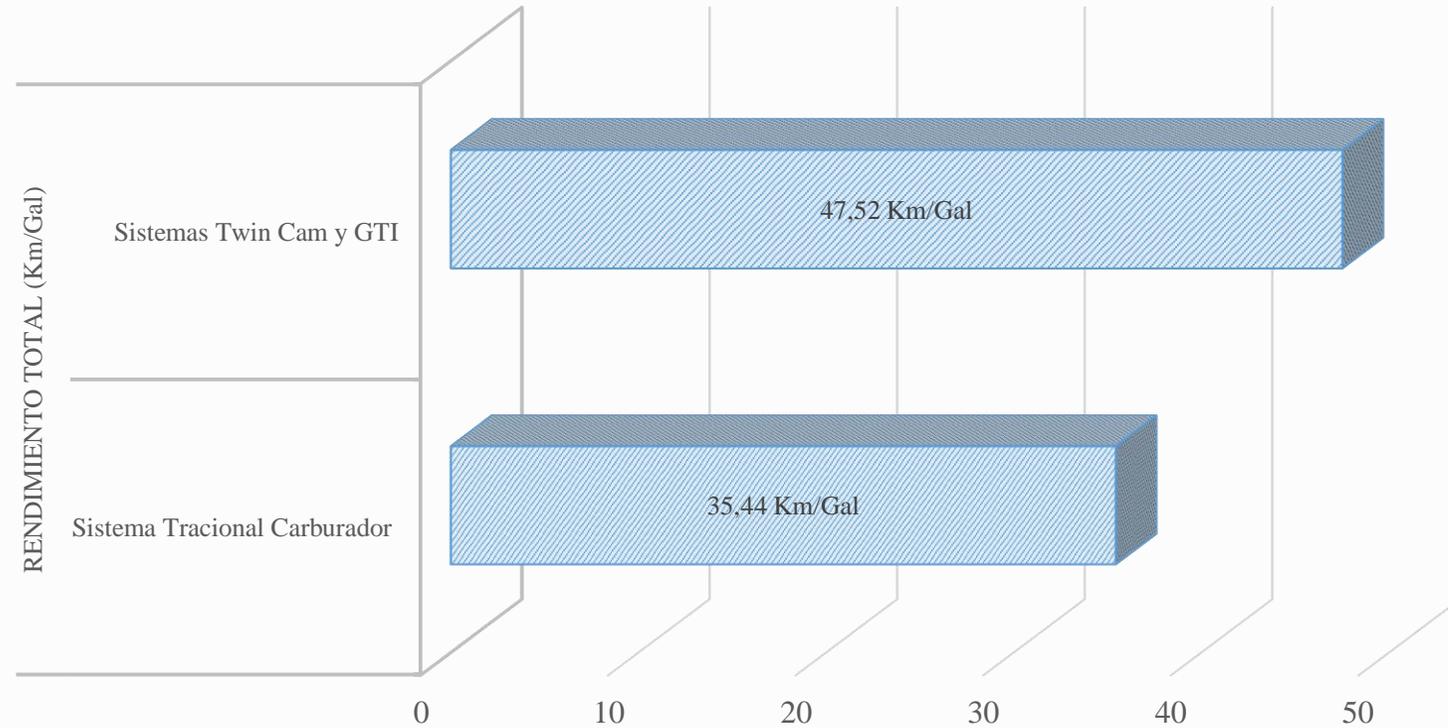
POTENCIA

Kw





## Consumo de combustible





## Emisiones contaminantes

Según la norma RTE INEN 017 “CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES”, No deben emitir al aire monóxido de carbono (CO) e Hidrocarburos (HC).

RTE. INEN 017 “CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES				
Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0-1500 **	1500-3000**	0-1500 **	1500-3000**
<b>2000 y posteriores</b>	3,5	4,5	200	200
<b>1990 a 1999</b>	3,5	4,5	650	750
<b>1989 y anteriores</b>	5,5	6,5	1000	1200

\* Volumen

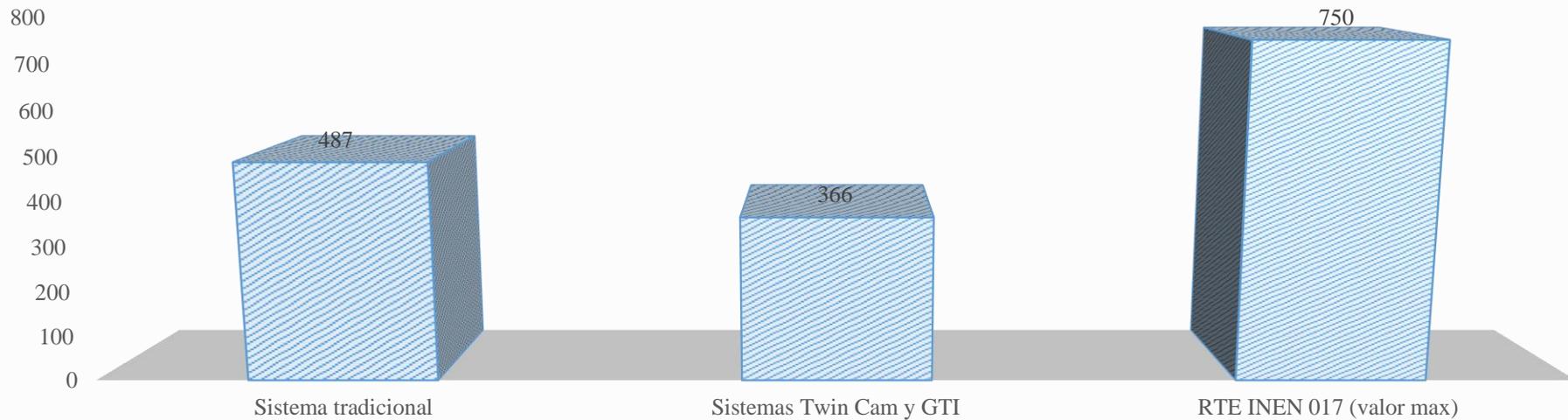
\*\* Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)



## Nivel de hidrocarburos

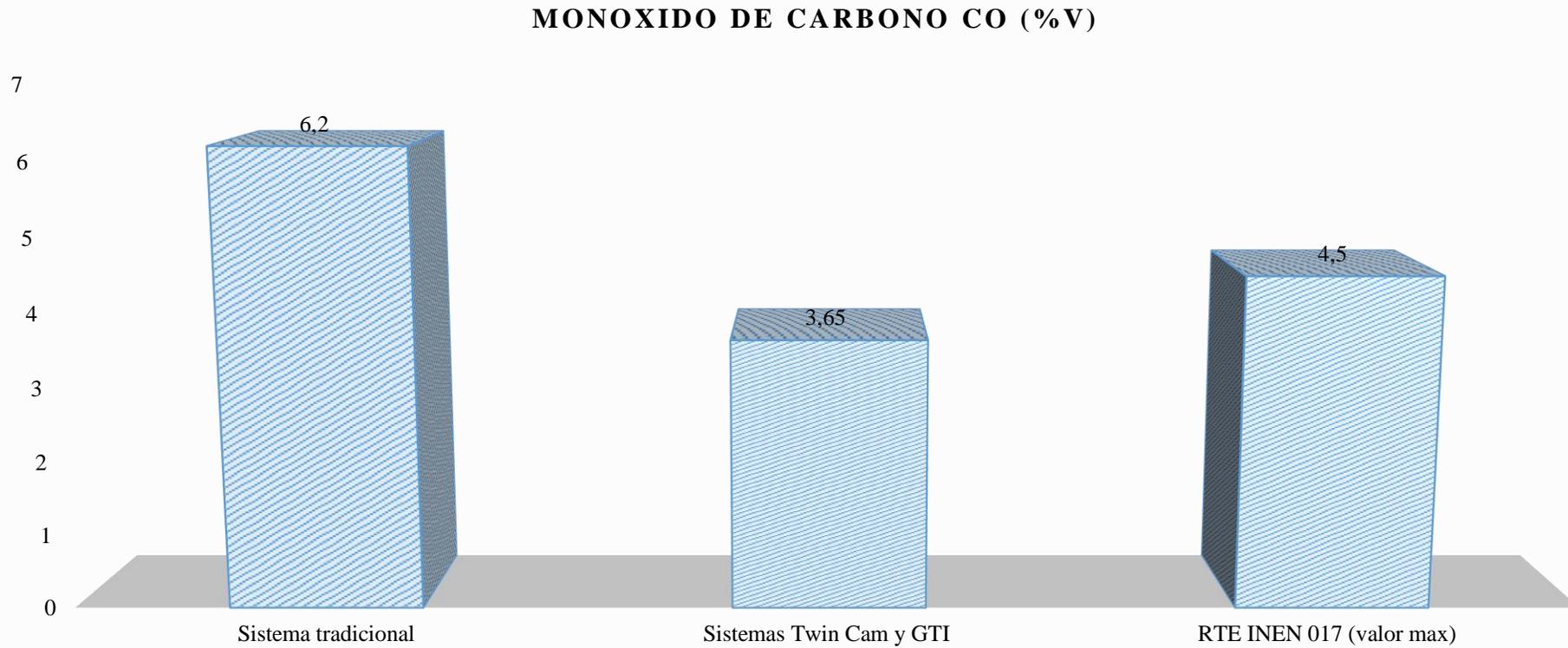
De acuerdo al valor obtenido de las emisiones contaminantes de Hidrocarburos el nivel de partículas por millón es de 366.

**HIDROCARBUROS HC (PPM)**





## Nivel de monóxido de carbono CO





## Conclusiones

- Los sistemas TWIN CAM y GTI del Chevrolet 1.3 litros, están diseñados para acoplarse perfectamente en el Chevrolet Swift 1.6 litros motor G16A, mediante la sustitución completa del sistema tradicional. De este modo se puede analizar la variación de los parámetros térmicos y mecánicos (torque, potencia, consumo de combustible y análisis de gases)
- En el dinamómetro de rodillos se determinaron los parámetros de torque 117 N.m y potencia 55 Kw, sin la implementación de los sistemas Twin Cam y GTI, al vehículo Chevrolet Swift.
- Se implementó el cabezote TWIN CAM en conjunto con el sistema de inyección GTI al vehículo Chevrolet Swift 1.6 litros, con el propósito de analizar la variación de cada uno de los parámetros térmicos y mecánicos, los cuales presentaron un aumento significativo en el funcionamiento del vehículo.



## Conclusiones

- Los resultados de torque y potencia del vehículo Chevrolet Swift 1.6 litros motor G16A, obtenidos en el dinamómetro de rodillos, con los sistemas TWIN CAM y GTI muestran un aumento de torque de 117 N.m a 142 N.m y potencia de 55 Kw a 79.6 Kw.
- Los valores de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) obtenidos en el analizador de gases, muestran una disminución de HC de 487 a 366 ppm y CO de 6.2 a 3.54 % por debajo de los valores máximos permitidos según la norma vigente de emisiones de gases contaminantes INEN 017, aportando a la reducción de gases contaminantes emanados por vehículos.
- Los valores obtenidos mediante la prueba de consumo de combustible con los sistemas implementados reflejan una disminución de consumo de 0.24 litros, de esta manera economiza el costo y viabilidad para el conductor.



## Recomendaciones

- Para la obtención de potencia máxima es indispensable la utilización de un dinamómetro calibrado, de acuerdo a los parámetros característicos de la ficha técnica proporcionada por el fabricante del vehículo, ya que si se excede a los límites máximos de revoluciones durante la prueba podría causar la fundición del motor.
- Implementar los sistemas TWIN CAM y GTI a vehículos Chevrolet Swift 1.6 litros, para reducir la contaminación de gases emanados al medio ambiente: Monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC), los cuales están expuestos a la atmosfera y causan el efecto invernadero y a su vez contaminan el medio ambiente, razón por la cual la adaptación de estos sistemas resultan viables para la industria automotriz.
- Mantener el vehículo en óptimas condiciones de funcionamiento, a fin de evitar fallas durante las pruebas, garantizando la seguridad.



## Recomendaciones

- Modificar los sistemas tradicionales del vehículo Chevrolet Swift 1.6 por los conjuntos TWIN CAM y GTI son de gran ayuda para la industria automotriz, ya que permite distinguir nuevos parámetros de funcionamiento del motor como: aumento de potencia y torque, reducción de gases contaminantes al medio ambiente.
- La seguridad personal es un parámetro de gran importancia, para la obtención de pruebas, además para la implementación de los sistemas TWIN CAM y GTI, ya que reduce al máximo, posibles accidentes o complicaciones en el desarrollo del trabajo de investigación.