

# OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ESCAPE PARA UNA MOTOCICLETA BAJO LA NORMATIVA DE EMISIONES EURO3.

## III ENCUESTRO DE INGENIERÍA DE LA ENERGÍA DEL CAMPUS MARE NOSTRUM

ALBALADEJO HERNÁNDEZ, Daniel; GÓNZALEZ POZO, Miguel Ángel; ; HERNÁNDEZ GRAU, José; VERA GARCÍA, Francisco

Daniel\_ah@live.com

Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

### RESUMEN

El trabajo presentado consiste en la optimización del sistema de escape de una motocicleta de 530 cc utilizando herramientas de simulación y complementando estas con ensayos reales. Para la correcta realización del trabajo ha sido necesarias las siguientes fases:

En la primera se detalla la construcción de un banco de ensayos de motocicletas, la fabricación mecánica del conjunto y su puesta en marcha adaptándolo a las exigencias de la normativa europea de control de emisiones.

En segundo lugar, se crea un modelado del motor completo mediante el software (AVL Boost). Para ello se desmonta el motor de la motocicleta y se caracterizan cada uno de los elementos (uso de máquina de medición por puntos para definir geometrías, pérdidas de carga con banco de flujo...), con todo ello se genera un modelo que reproduce el comportamiento termodinámico del motor en su configuración original. Sobre este modelo se hacen diferentes modificaciones geométricas analizando la evolución de las temperaturas con gran interés para el catalizador, las presiones, par, potencia... Con los resultados del modelo, una vez optimizado el escape, se procede a la fabricación de un prototipo definitivo con el cual se lleva a cabo la experimentación. Finalmente se verifican los resultados obtenidos en el banco de ensayos.

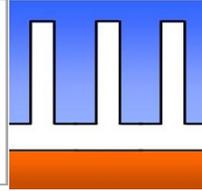
Por último, se presenta la medida del control de emisiones, estudiada en primer lugar en puntos estacionarios caracterizando la eficiencia del catalizador y posteriormente en transitorios bajo el ciclo WMTC2. Con ello se redefine el catalizador a emplear en el nuevo colector y se prepara el vehículo para obtener la homologación del tubo de escape de sustitución.

Indica con una X el tipo de comunicación que deseas:

ORAL  PÓSTER

Indica con una X en qué Área Temática quieres que sea incluido tu resumen:

Eficiencia energética  Gestión y control de la energía  Impacto ambiental y social de la energía  Ingeniería de sistemas y equipos energéticos  Innovación docente en Ingeniería de la Energía  Máquinas de fluidos  Transferencia de calor y masa



# **OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ESCAPE PARA UNA MOTOCICLETA BAJO LA NORMATIVA DE EMISIONES EURO<sub>3</sub>**



**ALBALADEJO HERNÁNDEZ, DANIEL;  
GONZÁLEZ POZO, MIGUEL ÁNGEL;  
JOSÉ HERNÁNDEZ GRAU;  
FRANCISCO VERA GARCÍA**

**DANIEL\_AH@LIVE.COM**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
TÉRMICA Y FLUIDOS**



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# Índice

1. Banco de ensayos de motocicletas.
2. Modelado del motor. Metodología.
3. Catalizadores.
4. Medidas de emisiones.
5. Resultados.
6. Futuros desarrollos.



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# 1

**Banco de ensayos.**

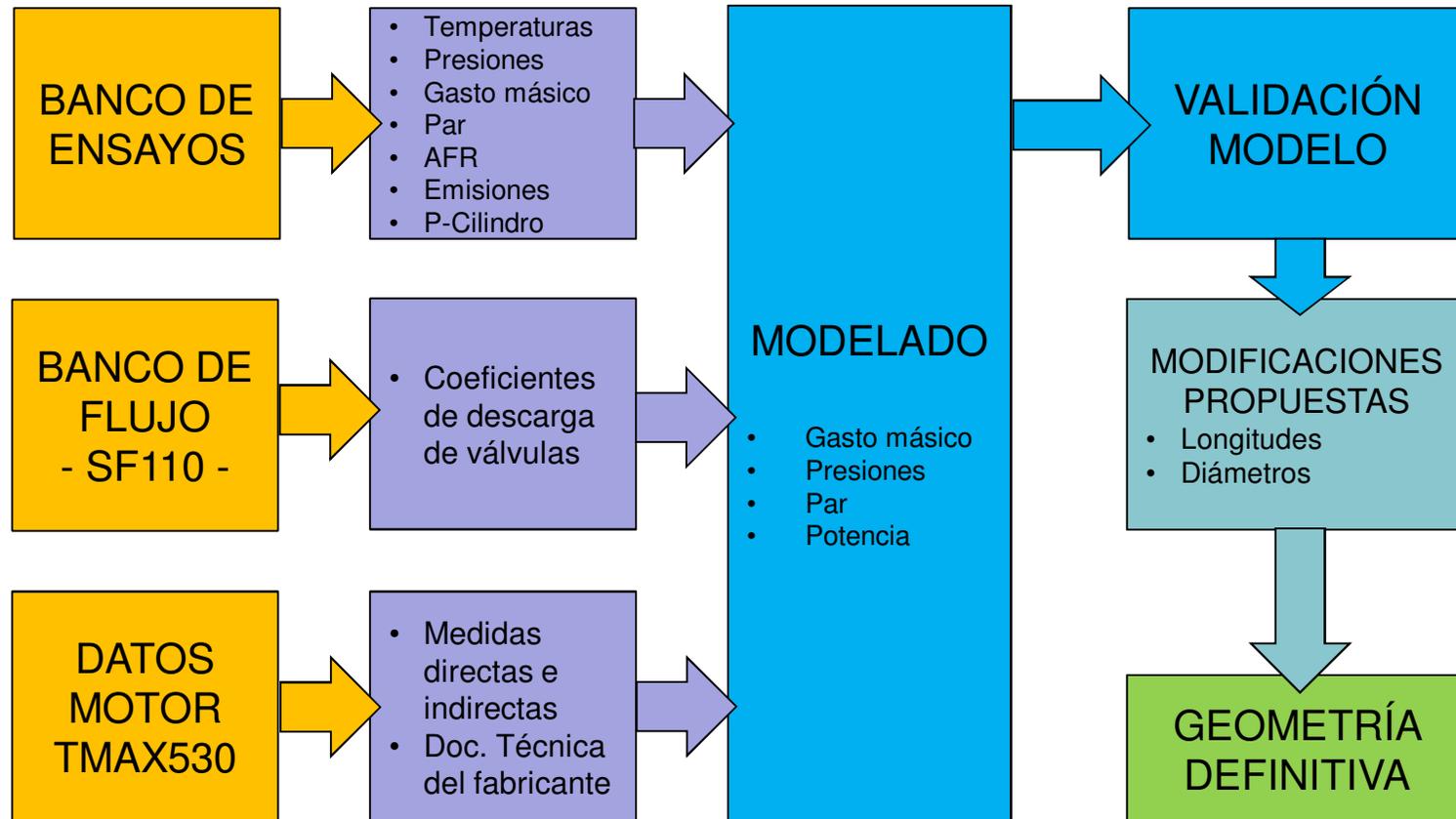




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# 2

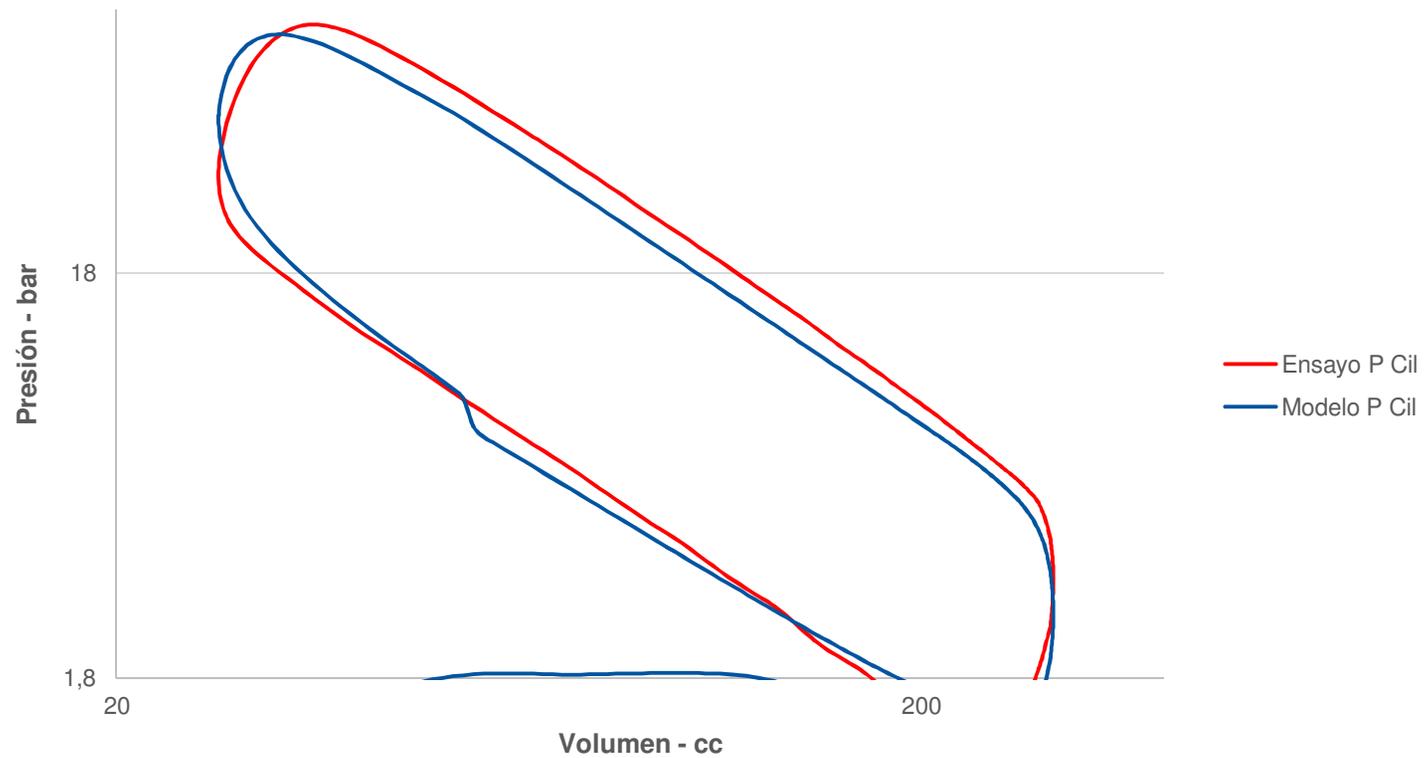
**Modelado del motor.**





## 2. Validación del modelo termodinámico.

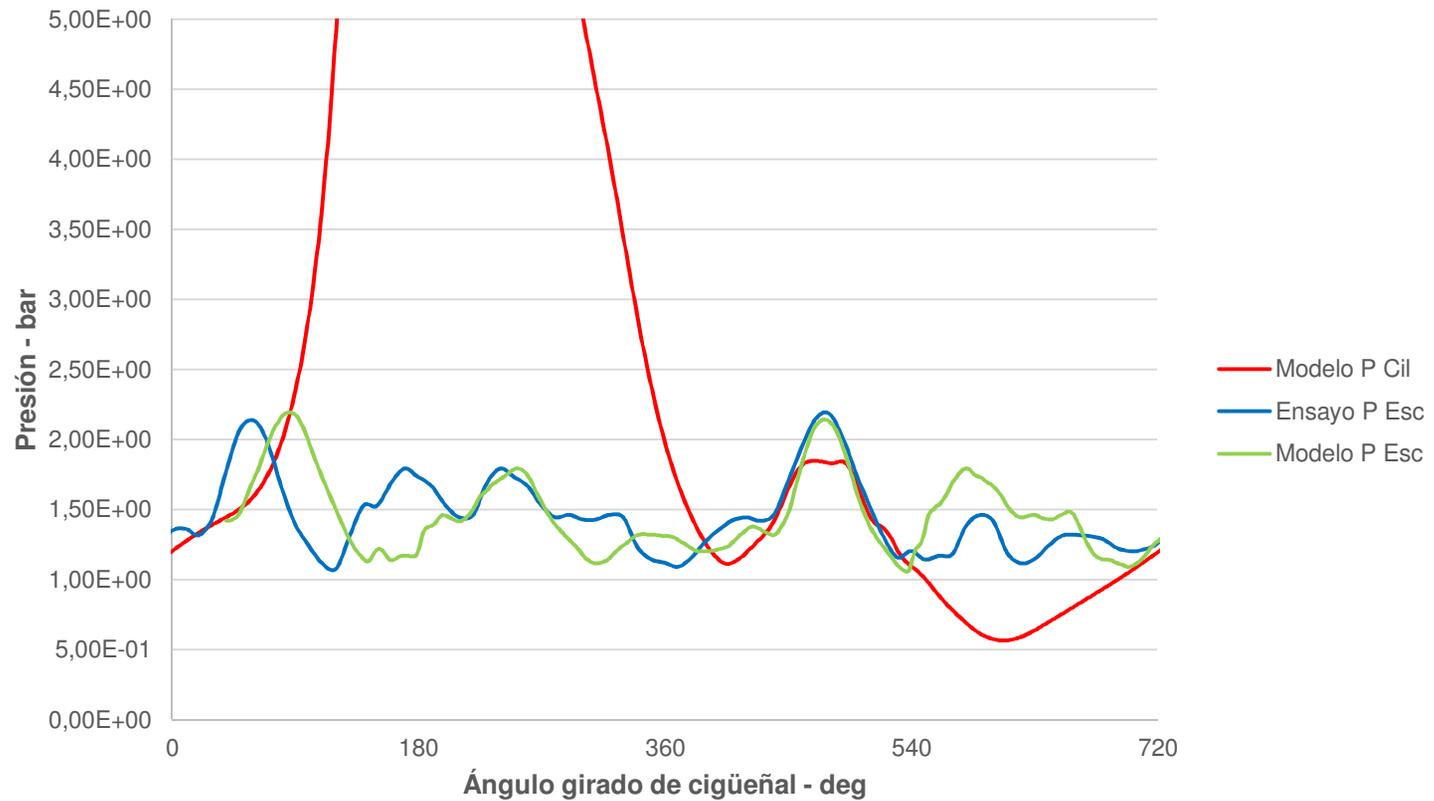
- Proceso de combustión (140km/h).





## 2. Validación del modelo termodinámico.

- **Presión en cilindro y presión en válvula de escape (140 kmh).**



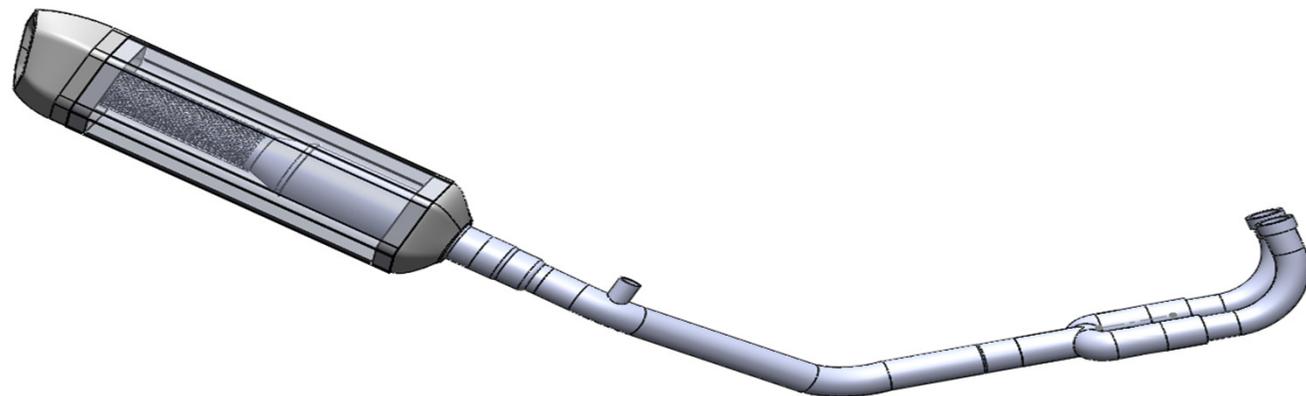


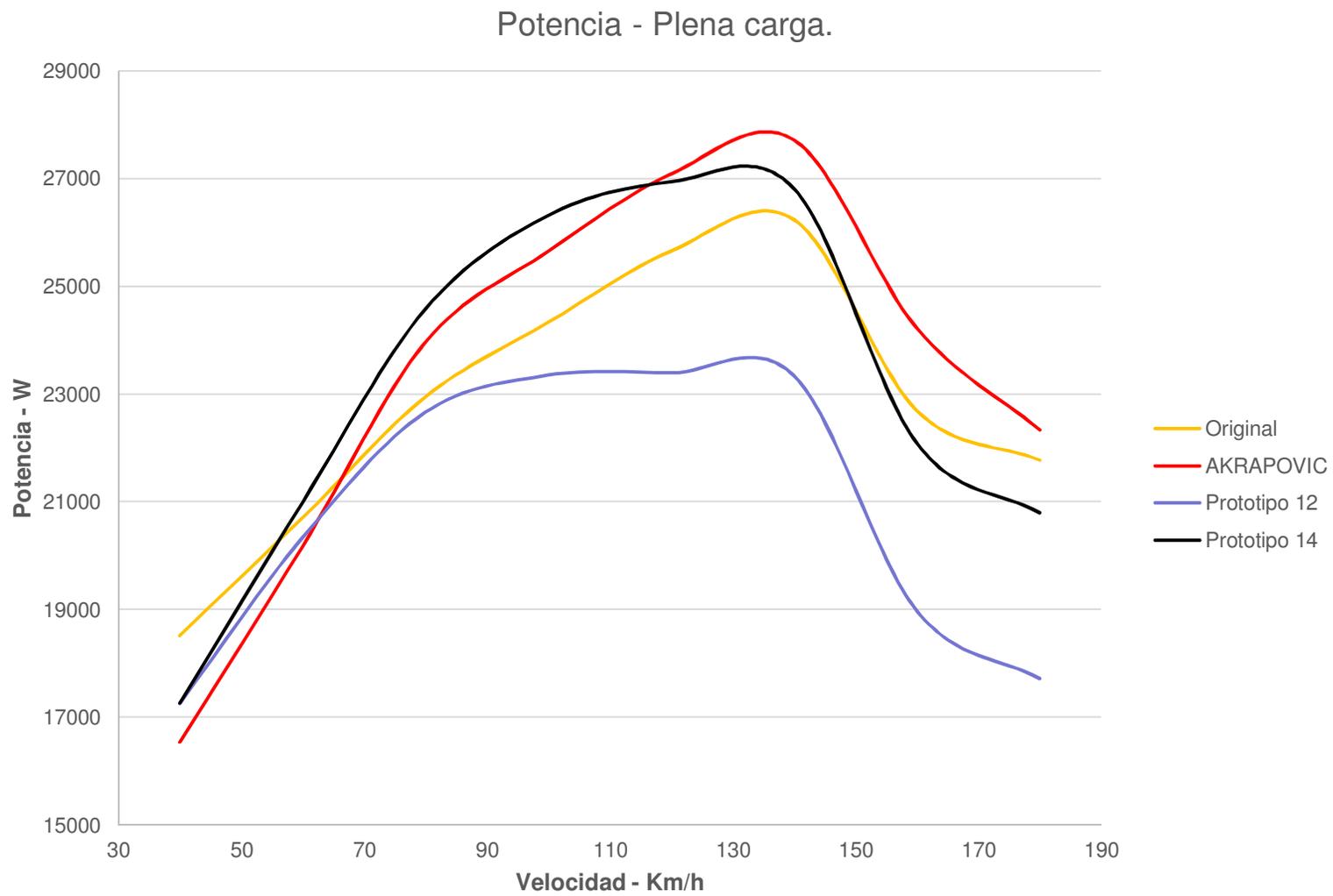
## 2. Propuestas obtenidas mediante simulación.

Utilizando la herramienta de simulación se ha obtenido el comportamiento de distintos prototipos, finalmente se seleccionan para su valoración uno con mejoras y otro con perdidas de prestaciones.

### Diseño del colector de escape. Diámetros.

- **Prototipo 12: Diámetro A = 25 mm, diámetro B = 43 mm.**
- **Prototipo 14: Diámetro A = 32 mm, diámetro B = 43 mm.**







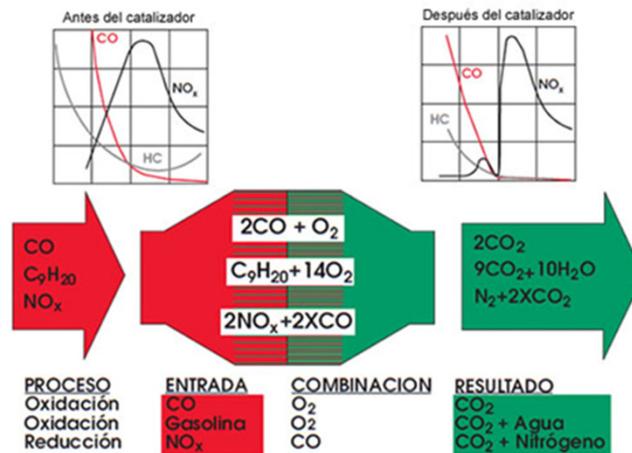
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# 3

**Catalizadores.**



## Selección del catalizador.



Los catalizadores de tres vías que incluyen los metales Pt, Pd y Rh en distintas proporciones con el fin de adaptarse al comportamiento característico de cada motor.

Estos se encargan de reducir la concentración de CO, HC y  $NO_x$  en los gases de escape.

Previo al efecto del catalizador las emisiones vienen controladas mediante la sonda lambda, encargada de gestionar la relación aire-combustible.

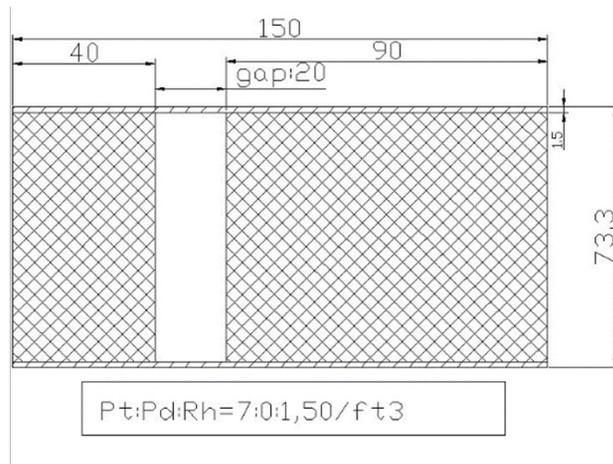
## Modelado del catalizador.

Desarrollo de un sistema de selección de catalizador mediante un simulación del efecto del mismo. Requiere conocer la composición de los gases de escape antes de la entrada del catalizador y su temperatura de trabajo.

De esta forma se puede seleccionar el catalizador adecuado sin recurrir en su totalidad a procesos de ensayos y error.



## Geometría y composición del catalizador.



	Celdas/ft <sup>3</sup>	Pt	Pd	Rh	g/cft
H7-CAT1	200	7	0	1	20
H7-CAT2	300	0	3	1	12

Para este trabajo se han empleado dos catalizadores diferentes. El primero conserva la composición original del que trae la motocicleta de serie y el segundo posee un mejor comportamiento para reducir las emisiones de CO.

El cambio en las pérdidas de carga de la nueva geometría del silencioso provoca que la eficiencia del catalizador original no sea adecuada, por ello se reconfigura la composición del mismo para superar la norma EURO3.



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# 4

**Medidas de emisiones.**



## Realización de puntos de ensayo.

Velocidad	rpm	Par
km/h		N·m
10	1883	6,0
20	2516	7,5
30	3072	9,9
40	3418	13,3
50	3889	17,7
60	4096	23,1
70	4350	29,5
80	4560	36,8
90	4954	45,2
100	5313	54,5
110	5676	64,8
120	6088	76,0

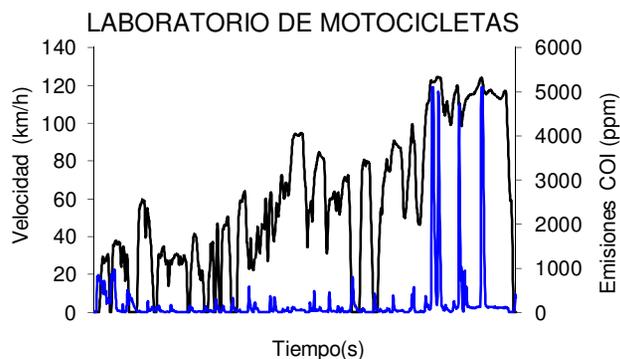
Los ensayos seguirán las siguientes premisas:

- Los ensayos se con condiciones ambientales constantes.
- Los ensayos, excepto aquellos realizados en frío, se ejecutan con el motor estabilizado a la temperatura nominal
- Las mediciones se realizarán siempre después de haber mantenido un tiempo Selección del catalizador
- necesario de estabilización.

Los punto de funcionamiento indicados en la tabla corresponden a los valores establecidos en la norma para la obtención de la homologación.



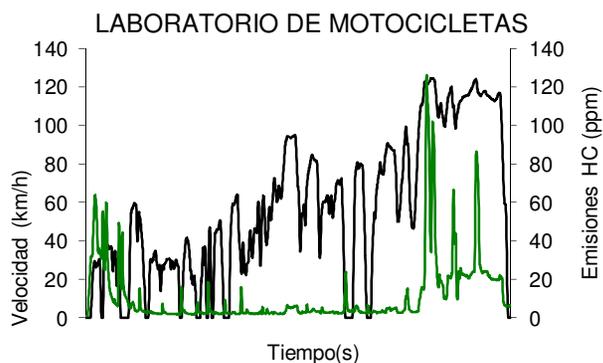
# Comparativa de emisiones según Norma EURO3.



## Prototipo 1

Composición gases de escape y emisiones en ensayo WMTC2 3.2.

HC g/km	0,137
CO g/km	2,942
NOx g/km	0,083
CO2 g/km	89,467



## Prototipo 2

Composición gases de escape y emisiones en ensayo WMTC2 3.2.

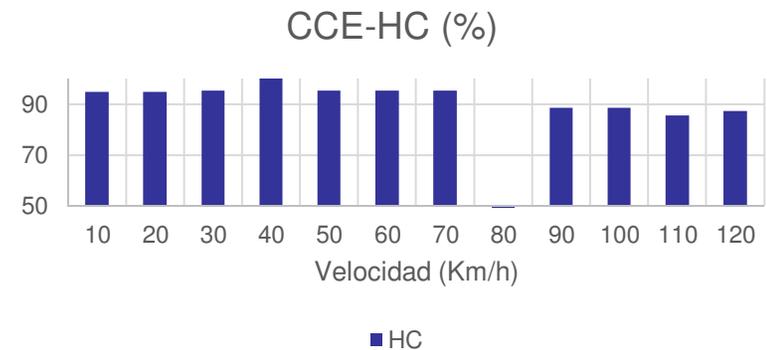
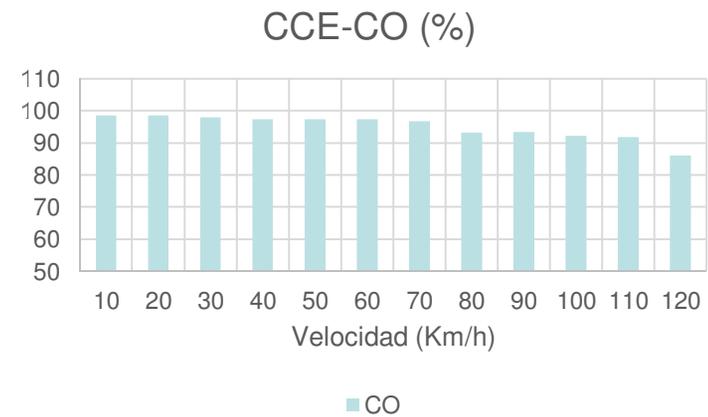
HC g/km	0,131
CO g/km	1,897
NOx g/km	0,144
CO2 g/km	109,186



## Resultados de las pruebas ECC.

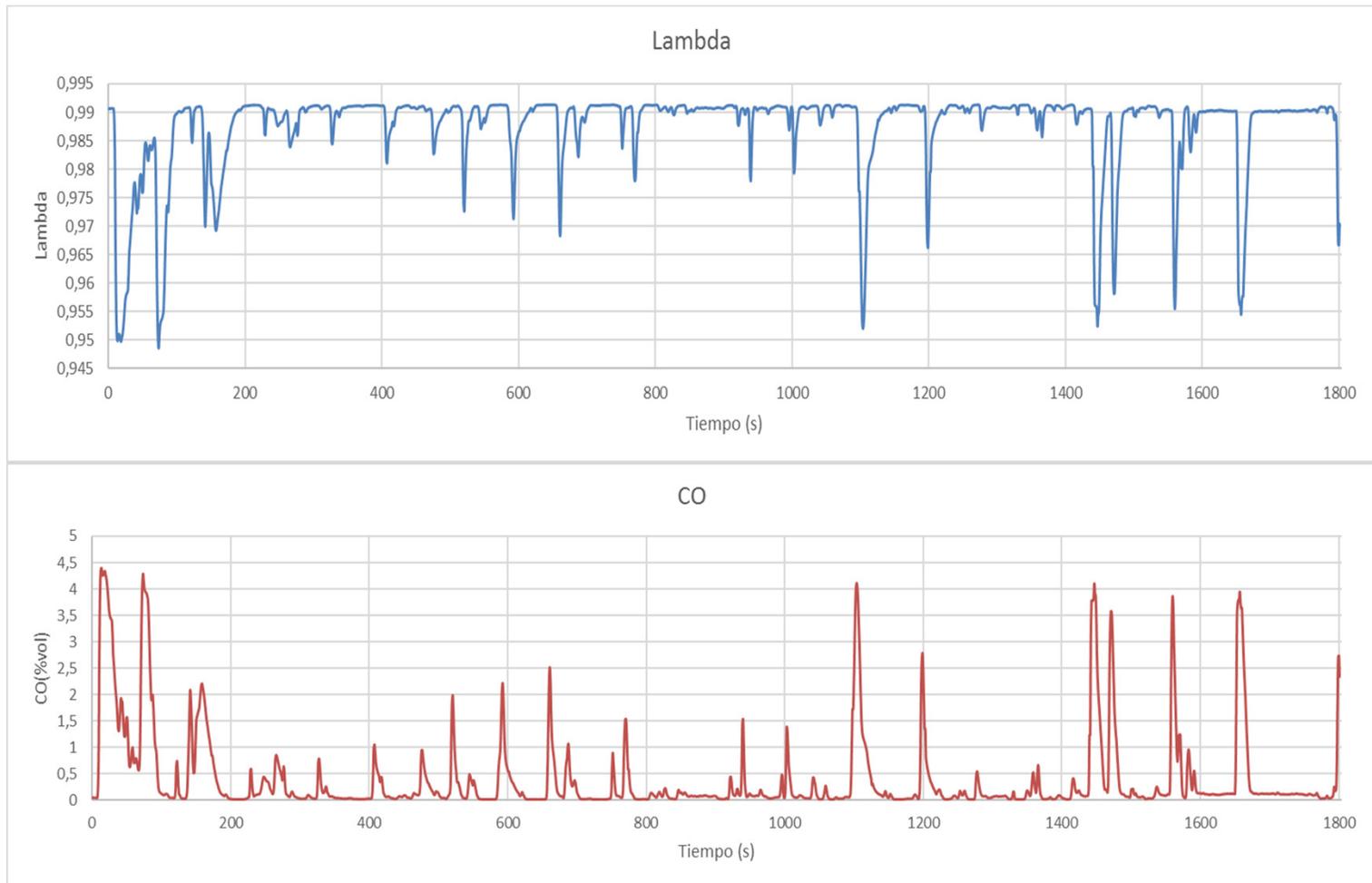
$$ECC = \frac{([Gas]_{pre} - [Gas]_{post})}{[Gas]_{pre}} \cdot 100$$

	Puntos de ciclo	CO	HC
		CCE	CCE
1883	10	98,56	94,92
2516	20	98,55	94,92
3072	30	98,03	95,35
3418	40	97,30	100,00
3889	50	97,47	95,35
4096	60	97,30	95,38
4350	70	96,76	95,31
4560	80	93,22	0,00
4954	90	93,41	88,68
5313	100	92,23	88,71
5676	110	91,74	85,71
6088	120	85,99	87,32





## Efecto de los procesos transitorios en WMTc2.





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# 5

**Resultados.**



## Objetivos alcanzados.

- Diseño y puesta en marcha de un banco de ensayos de motocicletas adaptado a medida de emisiones contaminantes.
- Capacidad de desarrollar prototipos con distintas geometrías y su valoración antes de proceso de fabricación en base a la simulación termodinámica del motor.
- Simulación del efecto del catalizador y sus reacciones químicas en los gases de escape. Estudios de eficiencia del catalizador.
- Desarrollo de conocimientos en el campo del control de emisiones para vehículos.

## Beneficios para la empresa.

Diseño de tubos de escape de sustitución capaces de superar los límites de emisiones contaminantes bajo las restricciones EURO3 en las siguientes motocicletas:

- Yamaha TMAX 530
- Kawasaki J300
- Honda CBR 125
- Kimco KXC-T 125





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# 6

**Futuros desarrollos.**



## 1. Desarrollo de un kit de repotenciación.

- Incrementar la cilindrada y potencia de la motocicleta.
- Reconfiguración del mapa de inyección.
- Adaptación a la normativa de emisiones.

## 2. Adaptación de una motocicleta homologada bajo norma EPA a la EURO.

- Europa cuenta con unos límites de emisiones diferentes a los americanos en la homologación de vehículos.
- Corrección de la relación aire-combustible.
- Sustitución del catalizador para cumplir la normativa EURO.

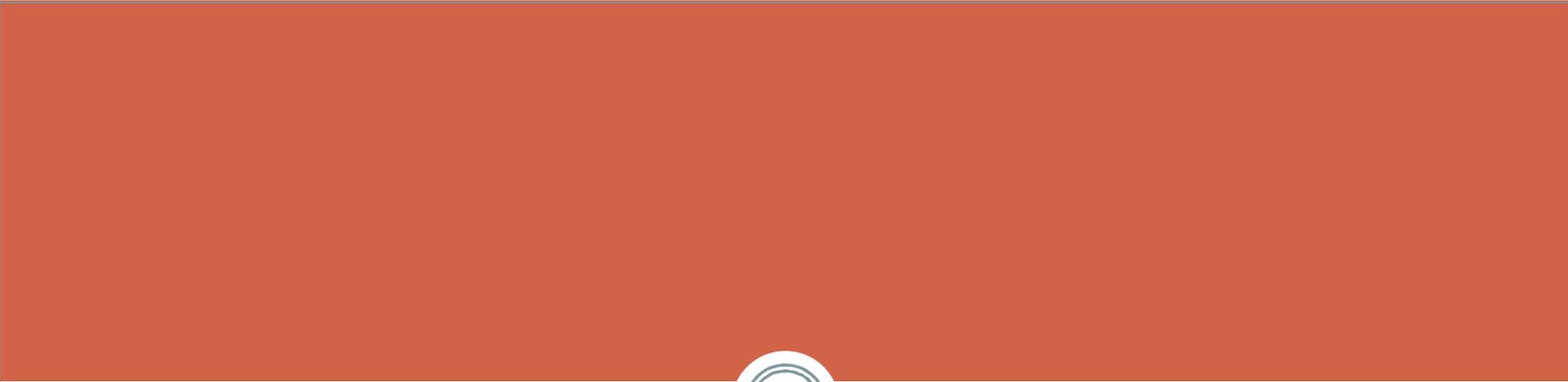


### **3. Conversión a dual para un motor IVECO – EURO5.**

- Sustitución parcial de diésel por gas natural.
- Reducción de consumo y emisiones.
- Desarrollo de la electrónica de control de inyección de combustible.

### **4. Influencia de aditivos en combustibles.**

- Cambios en las prestaciones del motor.
- Influencia en el consumo.
- Cumplimiento de la normativa de emisiones.



**Gracias por su atención.**

**ALBALADEJO HERNÁNDEZ, DANIEL;**

**GONZÁLEZ POZO, MIGUEL ÁNGEL;**

**JOSÉ HERNÁNDEZ GRAU;**

**FRANCISCO VERA GARCÍA**

**DANIEL\_AH@LIVE.COM**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA TÉRMICA Y FLUIDOS**