

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2017

MEMORIA DEL PROYECTO Nº SV-17-GIJÓN-1-20

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Eficiencia integral de vehículos (EFI2V). Desarrollo y aplicación de metodologías de diseño y optimización.

Investigador/a/es responsable/es: Daniel Álvarez Mántaras y Pablo Luque Rodríguez

Tfno: 985181910

E-mail: mantaras@uniovi.es

Otros investigadores:

Juan Carlos Viera Pérez, Francisco Manuel Fernandez Linera, Eduardo Rodríguez Ordóñez

Empresas o instituciones colaboradoras: BRC (BANGO RACING CARS).

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

En la actualidad existe una urgente necesidad de reducir el consumo en los vehículos de carretera por motivos ambientales y la limitación de recursos energéticos. Por ello, desde el punto de vista del diseño de vehículos, los fabricantes han focalizado sus esfuerzos en dos líneas: mejorar la eficiencia por medio de la reducción de peso y en la mejora de la eficiencia de los sistemas de propulsión, tanto de combustión como los sistemas de propulsión alternativos.

Otro aspecto en el que se trabaja es en la reducción de la resistencia de avance debida a la aerodinámica. Sin embargo, la sola mejora de eficiencia significativa a velocidades altas, por lo que en el ámbito urbano no es significativo comparado con otras resistencias al avance producidas por otros mecanismos. Además, la aerodinámica se ve condicionado por las necesidades estéticas y de capacidad (vehículos de carga y velocidad), lo que limita las posibilidades de mejora.

Se ha constatado, mediante ensayos y simulaciones realizadas por los investigadores de este proyecto, que en un recorrido sinuoso a baja velocidad, como son los entornos urbanos, las resistencias debidas a la combinación de rodadura y pérdidas mecánicas, condicionadas por el diseño de los sistemas de suspensión pueden suponer incrementos de demanda energética de entre un 3% y un 10%, los cuales también afectan al comportamiento dinámico del vehículo.

Por este motivo, se plantea el desarrollo del presente proyecto, proponiendo evaluar variables de diseño con el objetivo de aumentar su eficiencia (reducción de resistencias).

Los posibles beneficiarios son aquellas empresas vinculadas al sector de la automoción, al transporte y usuarios de los vehículos (particulares o profesionales). Las metodologías que se pretenden desarrollar en el proyecto tendrían impacto directo en el consumo de

combustible y emisiones de los vehículos con motor de combustión y en la autonomía (consumo energético) de los vehículos con sistemas de propulsión alternativos (híbridos, eléctricos, etc).

Los objetivos alcanzados tras la ejecución del proyecto han sido

1. Identificación y análisis de las principales variables que afectan la eficiencia en el vehículo.
2. Definición de metodologías para evaluación de diseños de sistemas eficientes.
3. Aplicación de las metodologías para el análisis de variables de diseño

La metodología seguida ha consistido en la revisión de la literatura más actualizada sobre el tema que se investiga. En base a esto y a través de pruebas de campo y ensayos virtuales se determinaron las variables con mayor influencia en la eficiencia del vehículo. En función de las variables escogidas se definieron las metodologías a seguir para evaluar la eficiencia de los vehículos (definición de objetivos de diseño, función objetivo, método de evaluación, etc). Se aplicaron las metodologías a la evaluación de distintas configuraciones de los sistemas de suspensión-dirección. Se evaluó la mejora en un entorno virtual y, posteriormente, se aplicó a los datos extraídos de un vehículo real para evaluación de las soluciones propuestas.

Los resultados obtenidos verifican que las dimensiones de los vehículos tienen una repercusión en la eficiencia del vehículo, por lo que a la hora de diseñar un vehículo es un aspecto a tener en cuenta.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

La hipótesis de la que se parte en este proyecto es que el diseño de los sistemas de suspensión, dirección, transmisión, frenos y estructura tienen influencia sobre las resistencias al avance diferente de las resistencias debidas a la aerodinámica.

Estos sistemas se diseñan en la actualidad sin considerar como uno de los objetivos la minimización de las pérdidas energéticas. Sus funciones principales tienen que ver con la seguridad activa y pasiva, por lo que los diseñadores se han centrado siempre en la maximización de la misma.

Así, a la hora de evaluar las resistencias al avance en un vehículo de carretera se consideran (Michelin,2003):

- Resistencia a la rodadura.
- Fuerzas aerodinámicas.
- Fuerzas inerciales (en aceleración).
- Fuerzas de fricción interna.
- Fuerzas gravitatorias (rampa).

La hipótesis de la que se parte es que tanto sobre la resistencia a la rodadura como sobre las fuerzas de fricción interna influyen de forma significativa los diseños de los diferentes sistemas del vehículo. La resistencia al avance se produce por la disipación de energía a la que contribuyen todos los sistemas.

Por tanto, el objetivo principal del proyecto es identificar los factores que afectan a la eficiencia del vehículo (energética y dinámica) proponiendo metodologías para el diseño de los diferentes sistemas del vehículo considerando como función objetivo la maximización de dicha eficiencia.

Se ha conseguido probar la influencia de las dimensiones de un vehículo, sin tener en cuenta las implicaciones aerodinámicas que esto podría suponer, en la eficiencia energética (resistencia al avance). Por la complejidad de las simulaciones no se ha dispuesto de tiempo para poder extender el estudio a todas las variables que afectan a la eficiencia energética y no se ha desarrollado el diseño de un sistema de suspensión-dirección con las especificaciones de eficiencia. En todo caso, se han definido e identificado todas las variables de influencia y se ha definido una metodología para evaluar su impacto.

2.3 Tareas realizadas

Las tareas realizadas han sido:

- Identificación y análisis de las principales variables que afectan la eficiencia en el vehículo. Para ello se ha realizado un análisis del estado del arte en cuanto a las técnicas utilizadas para la mejora de la eficiencia en vehículos y en cuanto a la cuantificación y mejora de las resistencias al avance. Se han definido ensayos para evaluación e instrumentación requerida para en un vehículo real cuantificar las pérdidas energéticas e identificar las variables que afectan.
- Se han implementado modelos virtuales con los que se identificaron las variables y definido los aspectos a considerar en el diseño de vehículos.
- Se han aplicado los modelos virtuales para cuantificar la influencia de determinadas variables dimensionales. Con los resultados se ha evaluado su influencia a partir de los datos de circulación de un vehículo real instrumentado.

Se detallan las tareas realizadas en el caso de una evaluación de impacto de variables de diseño en circulación urbana.

Para comprobar el nivel de influencia de las dimensiones de un vehículo (batalla, ancho de vía delantero y trasero) en un ámbito urbano se realizan simulaciones de diferentes vehículos hasta velocidades de 50 km/h, que es la máxima permitida por normativa.

El programa utilizado para las simulaciones es el ADAMS Car, ya que es un programa que proporciona varias variables de salida entre la que está la de interés para este proyecto, la demanda de potencia del motor del vehículo.

Este software incluye varios vehículos, al que se le pueden variar ciertos parámetros. De entre los vehículos se escoge un sedán de tracción delantera, que es el representado en la Figura 1.



Figura 1. Vehículo del ADAMS Car

Se realizan simulaciones con las dimensiones de tres vehículos. Estos vehículos son escogidos por ser notablemente diferentes en su batalla y por tener anchos de vías delanteras mayor, menor e igual que el ancho de vía trasero. En la tabla 1 se detalla las dimensiones mencionadas y los nombres de los vehículos empleados.

FIAT 500s	
Batalla	2.300 m
Ancho de vía delantero	1.413 m
Ancho de vía trasero	1.407m
Alfa Romeo Giulia Veloce	
Batalla	2.820 m
Ancho de vía delantero	1.556 m
Ancho de vía trasero	1.625 m
Hummer H2	
Batalla	3.118 m
Ancho de vía delantero	1.763 m
Ancho de vía trasero	1.763 m

Tabla 1. Dimensiones de los vehículos utilizados

El ensayo escogido es el ramp steer, que consiste en ir aumentando el ángulo de giro del volante con una velocidad constante mientras que el vehículo circula a una velocidad constante. En la figura 2 se tiene la trayectoria que sigue un vehículo con este tipo de ensayo y en ella se observa que el radio de curvatura va haciéndose cada vez más pequeño y por tanto su curvatura es mayor.

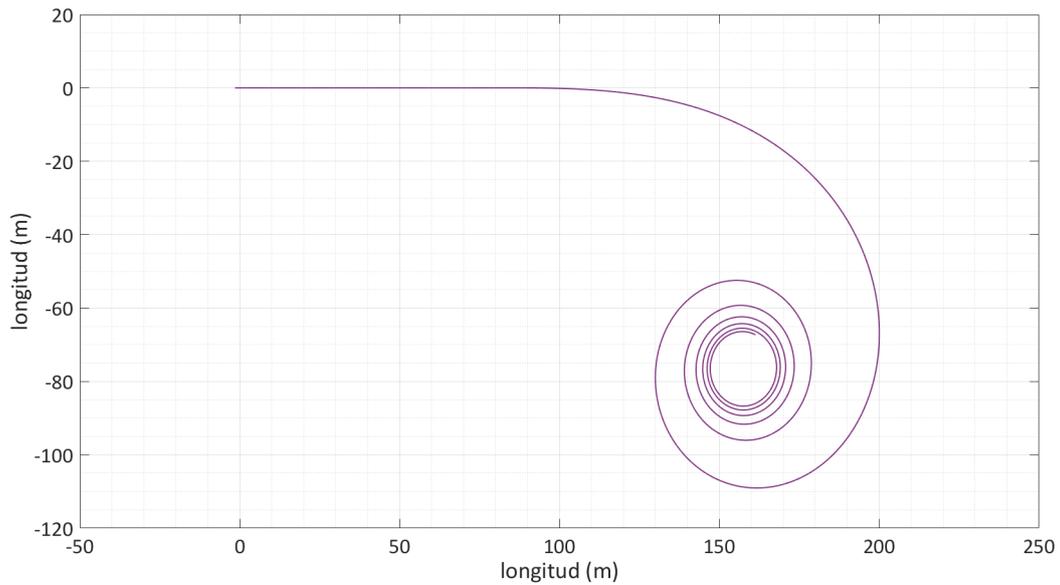


Figura 2. Trayectoria trazada en un ramp steer

Por tanto con este ensayo se obtienen una relación entre la potencia consumida y la curvatura que traza el vehículo con esa configuración para una velocidad. El ramp steer configura para varias velocidades entre 0 km/h y 50 km/h, realizarlas para 0, 10, 20, 30,40 y 50 km/h y el resto de velocidades serán obtenidas a partir de una superficie de aproximación obtenida a partir de los datos conseguidos con esas velocidades.

Las simulaciones son configuradas para que no tenga en cuenta las resistencias ni aerodinámicas ni de rodadura, y así ver la influencia que tiene la variación de las diferentes batallas y anchos de vías en la potencia empleada.

Las curvas obtenidas de las diferentes simulaciones realizadas a diferentes velocidades y con los diferentes vehículos son representadas en la figura 3. En ella se observa que al menos a una velocidad superior a 40 km/h (11.11 m/s) existe una diferencia de potencia consumida entre las diferentes dimensiones de los vehículos.

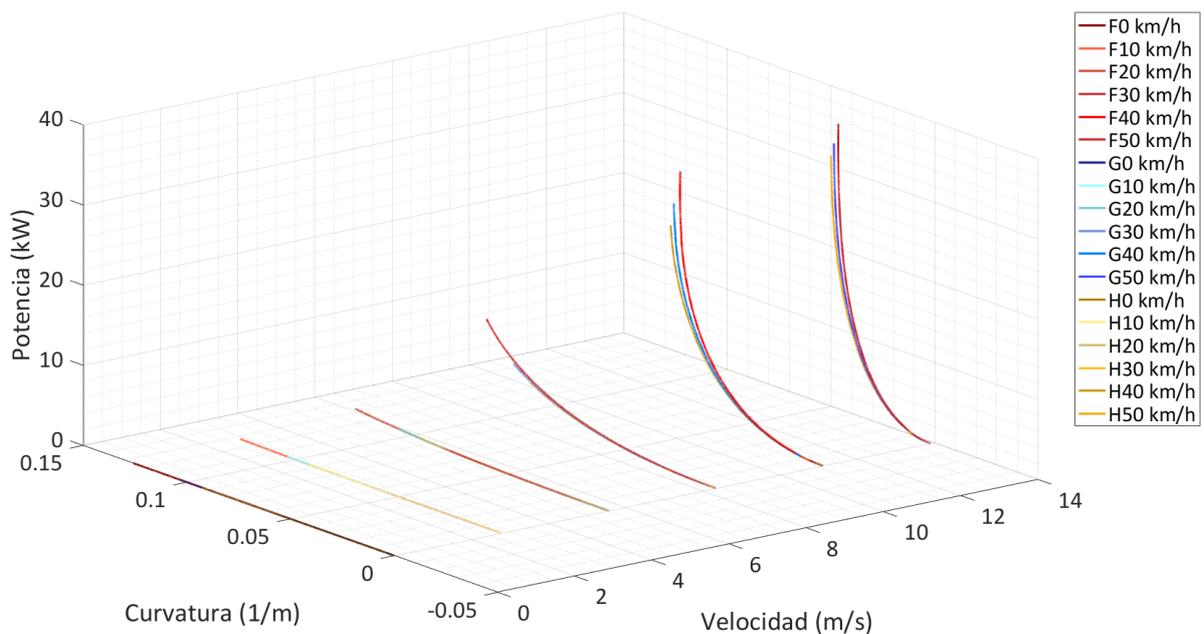


Figura 3. Curvas de potencia frente a su curvatura a diferentes velocidades

Con el fin de conseguir obtener datos de potencia para cualquier velocidad y curvatura realizada por el vehículo se crea una superficie de aproximación a partir de las curvas de potencia frente a la curvatura de las seis velocidades simuladas. Esta superficie de aproximación se optimiza con la herramienta curvefit de Matlab, la cual permite escoger varios métodos para lograr dicha superficie de aproximación. En la figura 4 se representa con líneas blancas las curvas obtenidas de las simulaciones con las dimensiones del FIAT 500s y en color la superficie creada por la interpolación lineal del curvefit de MATLAB.

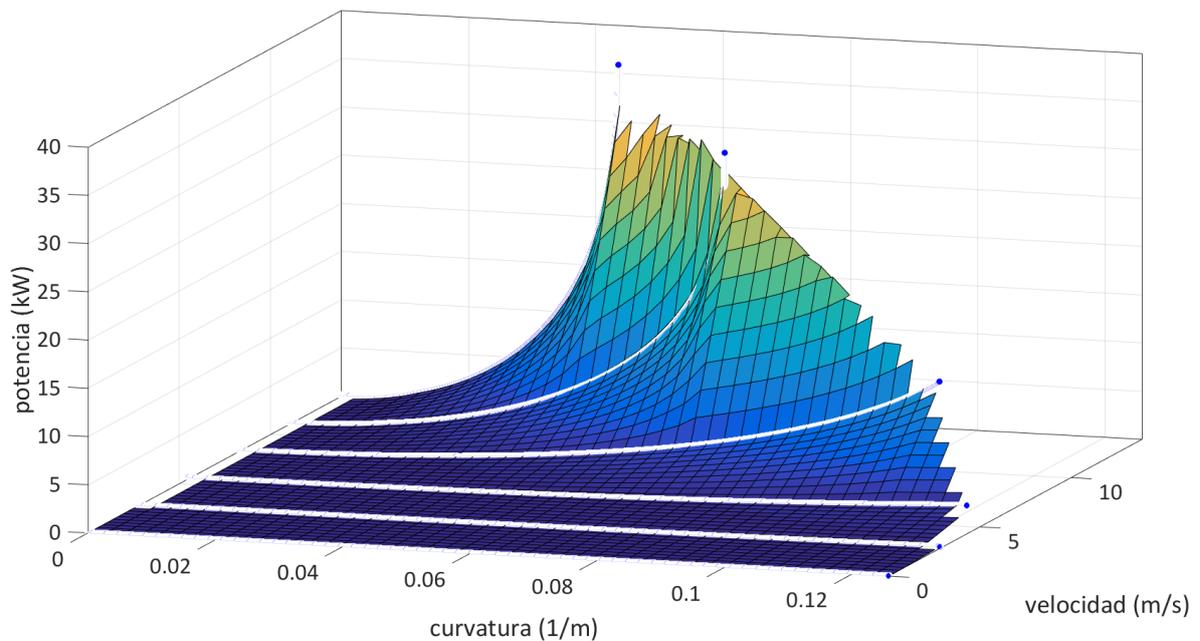


Figura 4. Superficie de aproximación utilizando la herramienta curvefit de Matlab

De la misma forma que se creó una superficie de aproximación con los datos del FIAT se realiza con los otros dos vehículos propuestos.

Al analizar la potencia consumida dentro de los límites de la superficie de aproximación de los tres vehículos se obtiene la gráfica representada en la figura 5. En ella se observan que las tres configuraciones tienen una zona en la que demandan menos potencia.

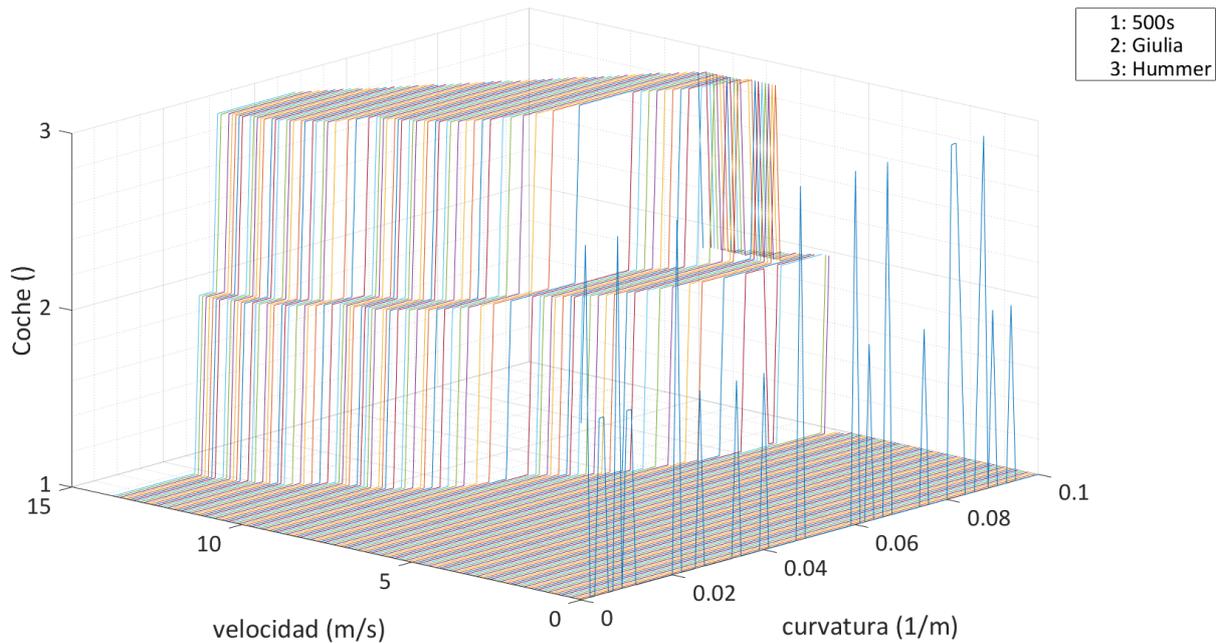


Figura 5. Vehículo óptimo según velocidad y radio de curvatura

Si se definen como velocidades altas para un entorno urbano mayores de 40 km/h y bajas para menos de 20 km/h, se tiene que las dimensiones del FIAT 500s son mejores para todo el rango de baja velocidad y para una curvatura baja a cualquier velocidad. Las dimensiones de un Hummer H2 obtienen un menor consumo en altas velocidades y con las del Giulia en un intermedio entre las otras dos.

Se realiza una circulación urbana con un vehículo al que se le extraen los datos de velocidad de circulación y giro de volante. A partir del giro de volante se obtiene la curvatura que toma el vehículo. La duración de esta conducción es de 12 minutos y 20 segundos en el que el vehículo no supera los 50 km/h y existen varios puntos en los que el vehículo se retiene.

2.4 Resultados obtenidos

Tal y como se observa en la figura 4 se tiene que al variar las dimensiones de batalla y vías de un vehículo la potencia demandada es diferente para una curvatura dada. Siendo más notable cuando mayor es la velocidad y menor su radio de curvatura.

En la figura 5 se representa las velocidades y curvaturas en las que cada vehículo demanda menos potencia. La configuración de menor batalla y mayor ancho de vía delantero que trasero es la que ocupa la región más extensa y además, es en la que se suele circular en un ámbito urbano. Por ello cabe de esperar que esta configuración es la que suponga el mayor ahorro de consumo en un entorno urbano de las tres configuraciones escogidas.

El resultado obtenido con la circulación urbana de poco más de 12 minutos de duración demuestra lo planteado en el párrafo anterior. La configuración de menor batalla y mayor vía delantera que trasera obtuvo un consumo de 0,0080 kWh, mientras que la batalla intermedia con mayor ancho de vías trasera que delantera obtuvo un consumo de 0,0173 kWh. La configuración de mayor batalla e igual ancho de vías es el que tiene mayor consumo, de 0,0273 kWh.

Por tanto, se constata una diferencia significativa de consumo entre los diferentes diseño. Considerando los consumos de los vehículos eléctricos, la influencia de variables geométricas como la batalla y el ancho de vía representan un porcentaje nada despreciable. Se puede esperar que implicando otras de las variables definidas (geometría de dirección, suspensión, etc) la influencia sea aún superior.

2.5 Trabajos o necesidades futuras

El proyecto, como se desprende de los resultados, demuestra la influencia de las variables de diseño dimensionales (batalla y ancho de vía) en el consumo energético. Se ha definido otras variables, por tanto, en futuros trabajos se hace necesario cuantificar la influencia de todas estas variables en conjunto y hacerlo para diferentes condiciones de circulación. Con ello, se definirían criterios de diseño específicos en función de la utilización del vehículo.

El siguiente paso sería el proponer metodologías para diseño de sistemas eficientes (suspensión, dirección, etc) y aplicarlas al diseño de un prototipo.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Se ha presentado una ponencia al Congreso CIT2018 que se celebrará en Gijón 6-8 de junio de 2018.

Se está trabajando en un paper para su envío a revistas especializadas indexadas en el Journal Citation Report (JCR).

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-17-GIJÓN-1-20	3000 €			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato				
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre				
	Tareas				
	Período				

4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	
Referencia	
Investigador/a/es principal/es	
Equipo investigador	
Periodo de vigencia	
Entidad financiadora	
Cantidad subvencionada	