



“Nueva metodología de ensayo de limitación de velocidad para vehículos (L1/L1e) de dos ruedas en ITV”

Mariano Manuel Paricio Caño¹, Emilio Velasco Sánchez¹, Manuel Ferrández-Villena García²

¹ Instituto de Investigación en Ingeniería de Elche, Universidad Miguel Hernández de Elche, manuel.paricio@itevebasa.com, emilio.velasco@umh.es

² Instituto Universitario de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental, Universidad Miguel Hernández de Elche, m.ferrandez@umh.es

En este trabajo se desarrolla una metodología para mejorar el procedimiento de ensayo estático en las Estaciones ITV del territorio nacional que se realiza para determinar el valor de la velocidad máxima de un vehículo ciclomotor de dos ruedas (categoría L1 / L1e). El procedimiento actual se describe en el apartado-capítulo 10.05 de la Sección II del Manual de Procedimiento de Estaciones ITV del Ministerio de Industria, puesto en vigor en junio del 2006. Se plantean dos líneas de investigación: la mejora del equipo de inspección velocidad máxima y la mejora del procedimiento de ensayo de velocidad máxima.

Se comenzó estudiando la influencia de las principales variables que afectan al resultado del ensayo. En el vehículo ciclomotor, presión de inflado de rueda tractora y estado de carga del ciclomotor. En el equipo velocímetro de rodillos libres, distancia entre rodillos. Y las condiciones de ejecución, variación de la inclinación del plano entre ruedas.

El número total de ensayos efectuados ha sido de $n=144$ ensayos estáticos, que repitiéndose en dos días con diferentes condiciones de presión, temperatura y humedad relativa eleva los ensayos a $n=288$. Los datos resultantes demuestran que el actual procedimiento de inspección no es adecuado, hay una alta variabilidad de resultados, en función de las variables de influencia estudiadas, hasta un orden de 12 km/h, para un mismo ciclomotor.

Tras el diseño, cálculo y construcción del prototipo de velocímetro de banda de rodadura con rodillos libres, registro ES1308651 como Modelo de Utilidad en la OEPM del Ministerio de Industria, se ha conseguido disminuir la variabilidad de la velocidad máxima resultante hasta en un 75%, eliminando la influencia de variables asociadas al equipo velocímetro y de condiciones de ejecución de ensayo.

1. INTRODUCCIÓN.

En la sociedad contemporánea, se ha desarrollado una cultura preventiva orientada a reducir las tasas de accidentabilidad de los vehículos en nuestras carreteras. Es ampliamente reconocido que el exceso de velocidad ha sido históricamente un factor determinante en la alta siniestralidad, con consecuencias fatales y lesiones graves, especialmente en vehículos de dos ruedas.

Un estudio realizado por la Fundación MAPFRE, utilizando datos de siniestralidad de la Dirección General de Tráfico (DGT) para motocicletas y ciclomotores durante el período 2016-2019, publicado en 2021, revela que en el 52% de los siniestros mortales no intervino otro vehículo. Además, el 96% de los fallecidos son hombres, destacando una elevada incidencia en personas mayores de 55 años en el caso de los ciclomotores. El 29% de estos siniestros se atribuye al exceso de velocidad.

Según datos de la DGT, en 2023 se registraron 299 fallecidos en las vías españolas relacionados con siniestros de vehículos de dos ruedas, lo que representa un incremento del 19% respecto al año anterior, 2022. En el estudio titulado “Movilidad en moto España 2023”, realizado por Motos.net y ANESDOR (Asociación Nacional de Empresas del Sector de Dos Ruedas), se indica que el uso diario de vehículos de dos ruedas alcanzó el 44% durante 2023, incrementándose en un 2% en comparación con 2022.

De lo anterior, se deduce que la circulación de vehículos de dos ruedas en las vías nacionales continuará en aumento, lamentablemente acompañada de un elevado número de siniestros, donde los conductores de estos vehículos, independientemente de la intervención de otros vehículos, siempre resultan gravemente afectados.

En el marco de la Estrategia de Seguridad Vial 2023 de la DGT, cuyo objetivo es reducir en un 50% la siniestralidad en nuestras vías, se ha publicado el Plan de Actuaciones 2022-2023, que incluye tres actividades específicas para mejorar la seguridad de los vehículos de dos ruedas (motocicletas y ciclomotores):

- Elaboración de recursos formativos en línea para usuarios.
- Mejora de infraestructuras en tramos con alta siniestralidad.
- Participación en foros internacionales de buenas prácticas.

Con el propósito de contribuir, en la medida de lo posible, a la disminución de la siniestralidad de los vehículos de dos ruedas, y dentro de mis capacidades profesionales y académicas, se enmarca la siguiente participación.

El ciclomotor de dos ruedas, junto con el triciclo (ciclomotor de tres ruedas) y el cuadriciclo ligero y no ligero (ciclomotor de cuatro ruedas), se incorporaron a la reglamentación de la inspección periódica nacional con fecha final de regularización del parque, previamente censado por ayuntamientos, el 21 de diciembre de 2007. Por lo tanto, en esta fecha, todos los ciclomotores matriculados en el territorio nacional ya habían pasado su primera inspección periódica. Exclusivamente para el ciclomotor de dos ruedas, uno de los ensayos mecanizados, realizados con equipos intervinientes en el proceso de inspección, es el de Limitación de Velocidad, según el Manual de Procedimiento de Inspección de Estaciones ITV (aplicación nacional).

Por la actividad profesional del doctorando M.M. Paricio Caño, ligada a la inspección técnica de vehículos, se ha vivido la implantación de la inspección técnica de todos los tipos de ciclomotores mencionados desde sus inicios hasta la actualidad. Es mayoritaria la matriculación de vehículos ciclomotores de dos ruedas, y por lo tanto, su presencia en la inspección técnica de vehículos, así como la realización de ensayos de velocidad máxima.

El citado ensayo no ha sufrido modificaciones desde su implementación en 2007, ni en el procedimiento ni en el equipamiento e instrumentación utilizados en su desarrollo.

Este estudio se enmarca dentro de la Tesis Doctoral de M.M. Paricio Caño, quien considera posible la mejora del procedimiento y equipamiento del ensayo 10.05 del Manual ITV, repercutiendo en un mejor control sobre la velocidad máxima desarrollada por el ciclomotor de dos ruedas, lo que podría redundar en una disminución de la siniestralidad por exceso de velocidad.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es desarrollar una nueva metodología de ensayo para la limitación de velocidad en ciclomotores de dos ruedas (categorías L1/L1e) en condiciones estáticas, aplicable a la Inspección Técnica de Vehículos (ITV). Desde la implementación del apartado 10.5 del Manual de ITV en junio de 2006, el procedimiento ha permanecido inalterado, a pesar de las actualizaciones del manual.

Dentro de este objetivo general, se plantean dos líneas de investigación:

1. Mejora del equipo de inspección del velocímetro.
2. Optimización de las condiciones del procedimiento de ensayo del velocímetro.

Estas líneas de investigación surgen de las diversas inquietudes observadas durante la aplicación del apartado 10.5, incluyendo:

- Diferentes modos de uso de velocímetros de dos rodillos.
- Variaciones en las condiciones físicas de ejecución del ensayo en distintas estaciones ITV.
- Diferencias entre ensayos realizados en estaciones fijas y unidades móviles.
- Influencias de condiciones estáticas como la carga del ciclomotor, tipo de neumático, presión de las ruedas y transferencias de carga.

Se intuye que estas variaciones pueden afectar los resultados del ensayo de limitación de velocidad, alterando la precisión del informe de inspección. Además, se considera la posibilidad de implementar medidas técnicas que alineen los resultados del ensayo estático con los del ensayo dinámico de velocidad máxima de fábrica, conforme a la Directiva 95/1/CE.

En consonancia con los principios legislados en el Manual de ITV, se propone:

1. Estudiar el funcionamiento de los equipos de medida de velocidad prescritos.
2. Analizar las influencias de variables definidas en ensayos estáticos y dinámicos.
3. Desarrollar un prototipo de velocímetro de banda de rodadura y evaluar su eficacia en minimizar las influencias sobre los resultados del ensayo estático.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. VELOCÍMETRO DE BANCO RODILLOS LIBRES

Los tipos de equipos velocímetros prescritos en el apdo-cap. 10.5 de la Sección II del Manual ITV son:

- Velocímetro de banco de rodillos libres.
 - 1 sólo rodillo
 - 2 rodillos
- Velocímetro de banco de rodillos con absorción de potencia capaz de reproducir la curva de absorción de potencia de la Directiva 97/24/CE cap.5.

Actualmente, no se conoce ningún operador de ITV en el territorio que utilice otro equipo velocímetro que no sea el velocímetro de banco de rodillos libres de 2 rodillos. Desde el punto de vista metroológico, este equipo no tiene metrología legal de Estado (Ley 32/2014, de 22 de diciembre), limitándose su regulación al cumplimiento del Anexo III, punto II, del RD 920/17, de 23 de octubre, que establece:

- Comprobaciones de funcionamiento semestral.
- Calibración anual.

Los requerimientos técnicos que tienen que cumplir los velocímetros de banco de 2 rodillos libres son:

- Dimensionales:
 - Diámetro de los rodillos ($\varnothing_{\min}$) ≥ 100 mm
- Mecánicos:
 - Resistencia al giro admisible ($T_{\text{Resistente}}$) $\leq 0,1$ Nm
 - Momento de Inercia máximo conjunto rodillos ($I_{\text{máx}}$) ≤ 1 kgm²

Cada fabricante diseña, calcula, construye y comercializa el equipo bajo estos requerimientos, junto al software de gestión del ensayo. Sin una disposición legal específica bajo metrología legal del Estado Español, los fabricantes tienen cierta libertad en sus modelos, autocertificando el cumplimiento de los requerimientos técnicos y asegurando la disponibilidad del equipo para las comprobaciones y calibraciones según el RD 920/17.

Además, deben cumplir determinadas normas UNE-EN para la comercialización en el territorio nacional y europeo, como la UNE-EN 12100:2010 (Seguridad en Máquinas) y la UNE-EN 61000-4-3:2007 (Seguridad Funcional de equipos eléctricos y electrónicos).

El equipo velocímetro de banco de 2 rodillos libres utilizado en el desarrollo del capítulo 3.2 es el instalado en la Estación ITV Redován (código Estación 0302), marca RYME, modelo VTC III, con las siguientes especificaciones técnicas:

- Dimensiones-Masas:

Bastidor cerrado:	610 x 470 x 200 mm (l-a-h)
Peso bastidor cerrado:	56 kg
- Mecánicos:

Carga máxima por eje:	250 kg
Velocidad máxima:	120 km/h
Longitud de rodillos:	195 mm
Diámetro exterior rodillos:	150 mm (e=6mm)
Distancia entre ejes rodillos:	250/308/365 mm (3 posiciones)
Resistencia de rodadura:	< 0,1 Nm
Momento máximo inercia:	< 1 kgm ²

El equipo está fabricado con bastidor de acero de alta resistencia y rodillos huecos con acabado antioxidante. El rodillo trasero es desplazable en 3 posiciones según el diámetro de la rueda tractora. La señal de giro del rodillo delantero se toma mediante un encoder incremental de la marca OMRON, con precisión de 360 impulsos/vuelta hasta una velocidad de rodillo de 6000 rpm. En figura 1, rodillo trasero en 2ª posición.



Figura 1: Velocímetro RYME VTCIII embebido suelo

3.2. ANÁLISIS DE VARIABLES DE INFLUENCIA CON VELOCÍMETRO DE RODILLOS LIBRES.

La caracterización de las variables de influencia se estructura según el procedimiento del apartado 10.5 de la Sección II del Manual ITV:

1. Objeto del ensayo:
 - Vehículo ciclomotor de dos ruedas.
2. Equipo utilizado en el ensayo:
 - Velocímetro de banco de dos rodillos libres.
3. Condiciones de ejecución del ensayo de velocidad máxima.

Se procederá a caracterizar las posibles variables de influencia en cada de estos bloques:

1. Vehículo ciclomotor de dos ruedas.

El vehículo utilizado de los ensayos estáticos y dinámicos a realizar es un ciclomotor Derbi Hunter (matrícula C3491BDK y contraseña de homologación CI-1059) con las siguientes características (Figura 2):

- Caja de cambios: Variador centrífugo automático
- Cilindrada: 49,4 cc
- Neumático: 130/60R13 53J (delantero y trasero)



Figura 2: Vehículo ciclomotor marca Derbi Hunter

Las variables de influencia a considerar:

- Presión de inflado de rueda tractora.
- Estado de carga del ciclomotor.

2. Equipo velocímetro de banco de rodillos libres.

El equipo velocímetro de banco de rodillos libres a utilizar será el instalado, y operativo, en el box categorías L, de la Estación ITV Redován (código 0302) (Alicante) marca RYME, modelo VTC III, nº serie 57001, con la metrología exigible según RD.920/17 en estado favorable.

La variable de influencia a considerar:

- Variación de distancia entre rodillos libres.

3. Condiciones de ejecución del ensayo.

Los ensayos estáticos se van a efectuar en las dos condiciones normales de posicionamiento del bastidor del velocímetro en la prestación del apdo-cap 10.5 Sección II por parte de Estaciones/Unidades ITV.

La variable de influencia a considerar:

- Variación de la inclinación del plano entre ruedas.

La metodología seguida se basa en los principios del Diseño Experimental [1]. La variable respuesta es la velocidad máxima [km/h] obtenida en función de la combinación de las variables de influencia. Cada una de estas variables de influencia presenta unos estados de variabilidad controlada en los ensayos:

- Presión de inflado de la rueda tractora: 1 bar / 2 bar / 3 bar
- Estado de carga del ciclomotor: Vacío / Conductor / Conductor + acompañante
- Distancia entre rodillos libres: 255mm / 366mm
- Inclinación del plano de ruedas del ciclomotor: Horizontal: $+0.8^\circ$ / Inclinación: -6°
 - Horizontal: $+0.8^\circ$ es la situación con el velocímetro embebido en el suelo.
 - Inclinación: -6° es la situación con el velocímetro no embebido en el suelo (velocímetro en superficie)

Para eliminar el efecto de una variable de influencia, se mantuvieron constantes las demás variables, variando solo la variable de interés. Cada ensayo se repitió tres veces, resultando en un total de 144 ensayos estáticos [1]. Para minimizar el impacto de variables no controlables, los ensayos se repitieron en dos días diferentes, con distintas condiciones ambientales, sumando un total de 288 ensayos.

Las condiciones ambientales fueron:

- Día 1:
Temperatura: 15,2°C
Presión atmosférica: 1024,3 mb
Humedad relativa: 54,2%
- Día 2:
Temperatura: 26,2°C
Presión atmosférica: 999,4 mb
Humedad relativa: 70,3%

A continuación, se presentan gráficamente algunos resultados de la velocidad máxima relacionados con variables comentadas.

- “Presión de la rueda tractora” y “Estado de carga del vehículo”, manteniendo constante la “Inclinación horizontal del plano de ruedas” y “Distancia entre rodillos libres 255 mm” (Fig. 3). Y con distancia entre rodillos libres 366 mm (Fig. 4)

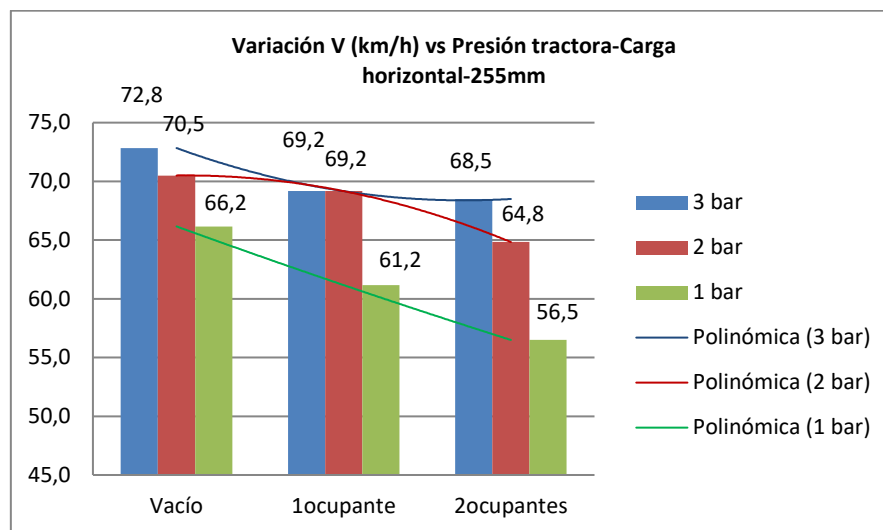


Figura 3: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Horizontal-255mm

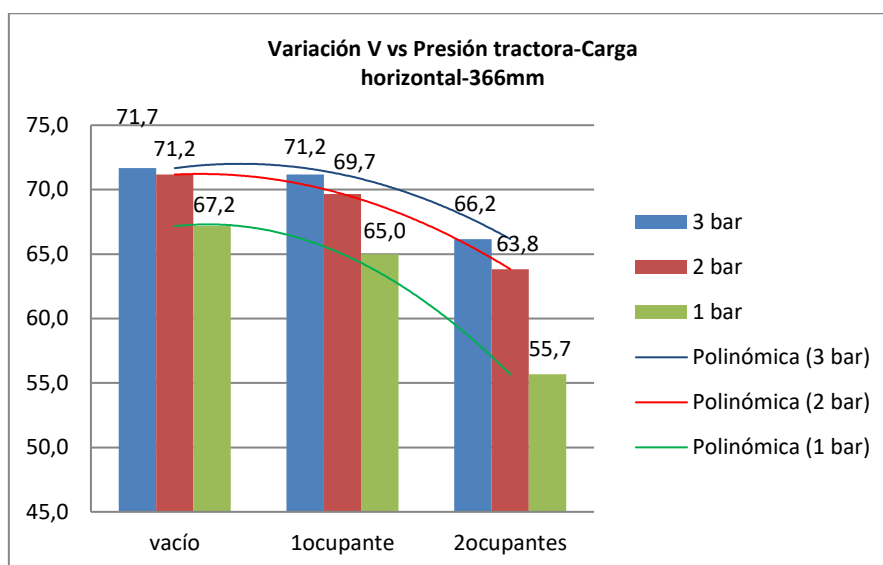


Figura 4: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Horizontal-366mm

Comparando las dos gráficas de resultados obtenemos una primera conclusión parcial; se observan tendencias decrecientes en función de la carga, mucho más acusada a menor distancia entre rodillos y menor presión de neumáticos. Se alcanzan diferencias de hasta 8 km/h para un mismo estado de carga y distancia entre rodillos.

También se hace relevante el efecto de la variable de influencia “Estado de carga” manteniendo constantes el resto de variables, llegando a alcanzar diferencias de hasta 11,5 km/h.

Por último, la variable de influencia “Distancia entre rodillos”, y manteniendo constantes el resto de variables, alcanza diferencias de hasta 4 km/h.

Hay que recordar que superando en 1 km/h el valor rechazo establecido en el apdo-cap 10.5 de la Sección II del Manual ITV, el resultado del ensayo sería defecto grave e inspección desfavorable.

- “Estado de carga del vehículo” e “Inclinación del plano de ruedas”, manteniendo constante la “Presión de la rueda tractora” y “Distancia entre rodillos libres”. Las figuras 5, 6 y 7 muestran los resultados con presión de la rueda tractora de 3 bar, 2 bar y 1 bar, respectivamente, manteniendo constante la distancia entre rodillos 255 mm

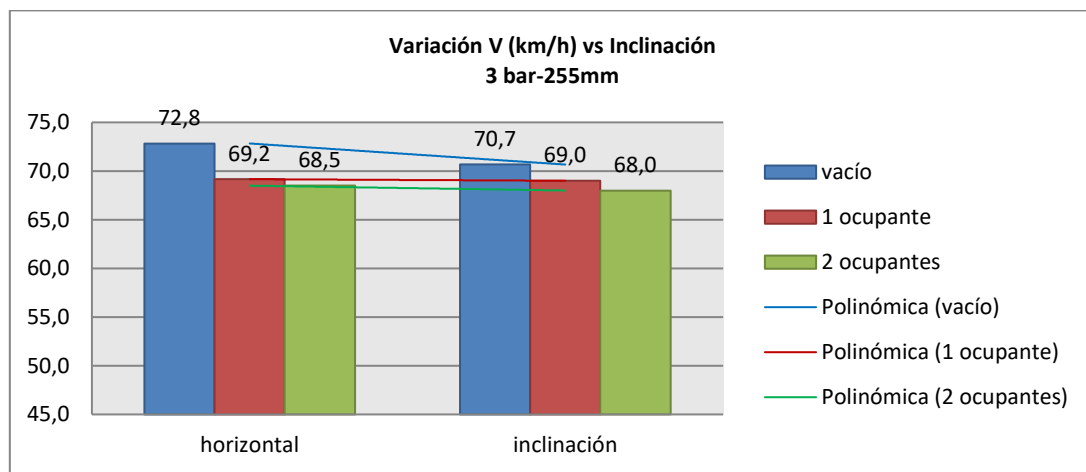


Figura 5: Variación Velocidad (km/h) vs Plano de inclinación de ruedas / Distancia rodillos 255mm – 3 bar

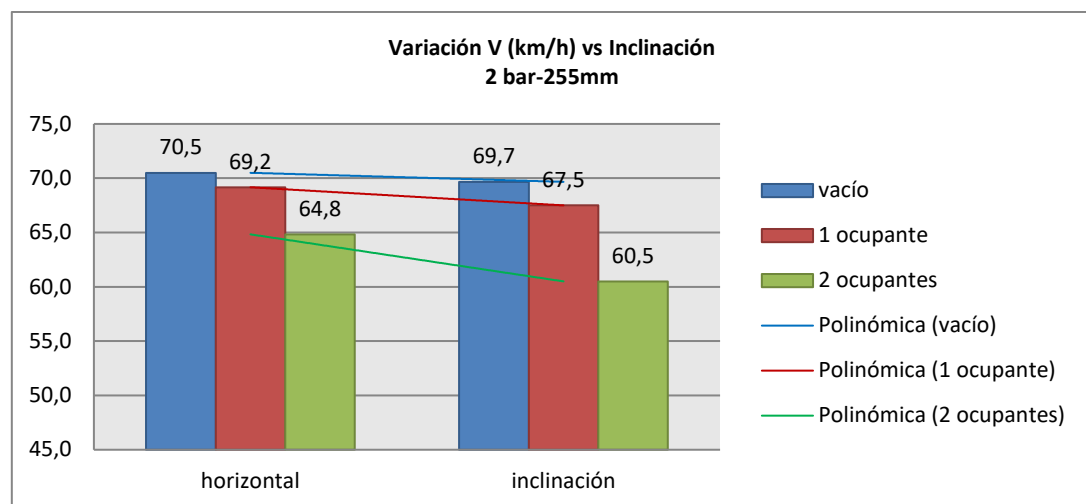


Figura 6: Variación Velocidad (km/h) vs Plano de inclinación de ruedas / Distancia rodillos 255mm – 2 bar

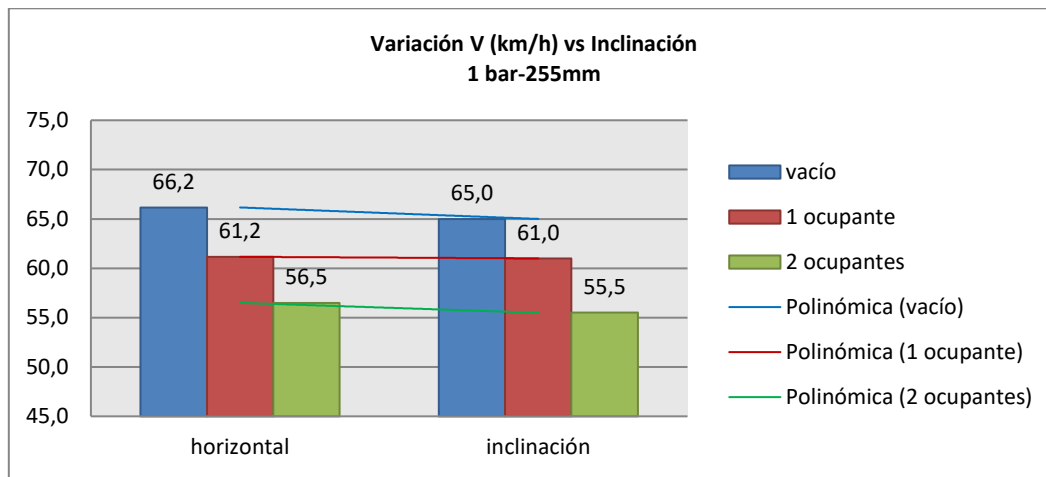


Figura 7: Variación Velocidad (km/h) vs Plano de inclinación de ruedas / Distancia rodillos 255mm – 1 bar

Se aprecian tendencias decrecientes de velocidad conforme aumentaba la carga del vehículo y la inclinación de la rueda tractora. La misma tendencia se aprecia al disminuir de la presión del neumático.

El análisis de las variaciones en la velocidad máxima en función de las combinaciones de variables de influencia mostró tendencias decrecientes en función de la carga y la presión de los neumáticos. Se observaron diferencias significativas en la velocidad máxima debido a la variación de la distancia entre rodillos y la inclinación del plano de ruedas.

En conclusión, el estudio demuestra que el actual procedimiento de inspección no es adecuado debido a la variabilidad de los resultados en función de las variables de influencia estudiadas.

4. RESULTADOS

4.1. VELOCÍMETRO DE BANDA DE RODADURA.

Una de las líneas de investigación se centra en el desarrollo de un velocímetro que cumpla con los requerimientos técnicos establecidos en el apartado 10.5 de la Sección II del Manual ITV, con el objetivo de minimizar o eliminar el impacto de determinadas variables de influencia en el resultado cuantitativo de la velocidad máxima en el ensayo estático, tanto en estaciones fijas como en unidades móviles ITV.

Para esta tipología de ensayos, es fundamental simular en estático las condiciones dinámicas de funcionamiento reales. El prototipo del velocímetro debe mejorar el comportamiento en los siguientes aspectos:

- Ensayar contra una sola superficie de contacto, similar a la rodadura normal del ciclomotor.
- En el velocímetro de dos rodillos, siempre hay dos superficies de contacto (rueda tractora-rodillos).
- Dimensionar una altura de equipo que minimice el efecto de la variación de la inclinación del plano de ruedas del ciclomotor, especialmente en Unidades Móviles ITV donde el velocímetro se instala en superficie.

Además, el prototipo debe minimizar la influencia de las siguientes variables en el ensayo estático:

- Presión de la rueda tractora.
- Variación de la carga (pesos diferentes del conductor).
- Dibujo del neumático de la rueda tractora (adherencia rueda-velocímetro).

Los requerimientos técnicos del prototipo incluyen:

- Soportar una carga puntual ≤ 250 kg.
- Soportar un ensayo a una velocidad lineal ≤ 120 km/h.
- Sus dimensiones estén comprendidas entre:
 - Longitud: 300 - 500 mm
 - Anchura: 200 - 350 mm
- Coeficiente de seguridad a fatiga $> 2,5$

El prototipo debe cumplir con los requerimientos normativos del Manual ITV:

- Resistencia al giro máxima admisible: 0,1 Nm
- Momento de inercia máximo del conjunto de rodillos: 1 kgm²

Además, debe cumplir con las condiciones mínimas de seguridad en máquinas según el marco reglamentario establecido [3] y [4]. Aunque el prototipo no será certificado por terceros, se tendrán en cuenta los requerimientos esenciales de seguridad en su diseño, construcción y utilización.

En la figura 8 se muestra la perspectiva del diseño del prototipo tras finalizar la fase de diseño. Tras la fase de cálculo y fabricación en taller de mecanizados, se finalizó el prototipo con el siguiente resultado:

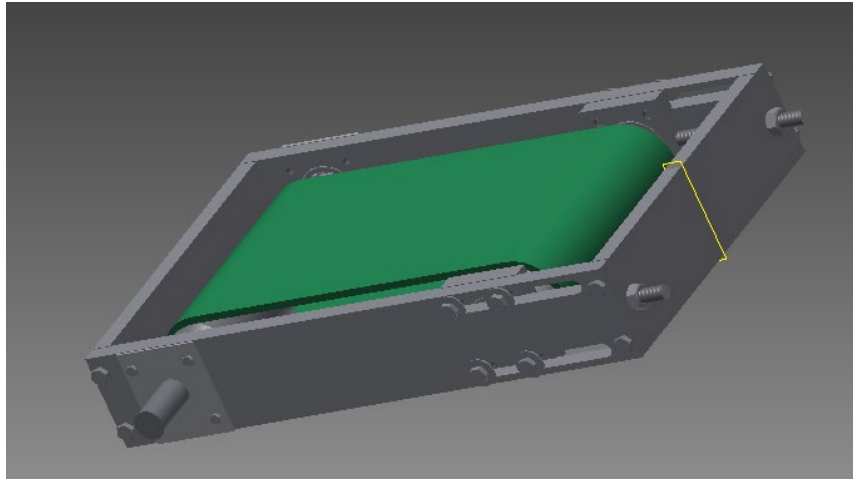


Figura 8: Perspectiva del diseño del prototipo de velocímetro de banda de rodadura con rodillos libres

En la figura 9 se muestra el prototipo construido. Se aprecia el acabado superficial de la banda de rodadura, con una rugosidad similar a un pavimento urbano, el disco acoplado al eje saliente con lectura para tacómetro óptico, y las guías del tensor mecánico para controlar la tensión en la banda de rodadura.

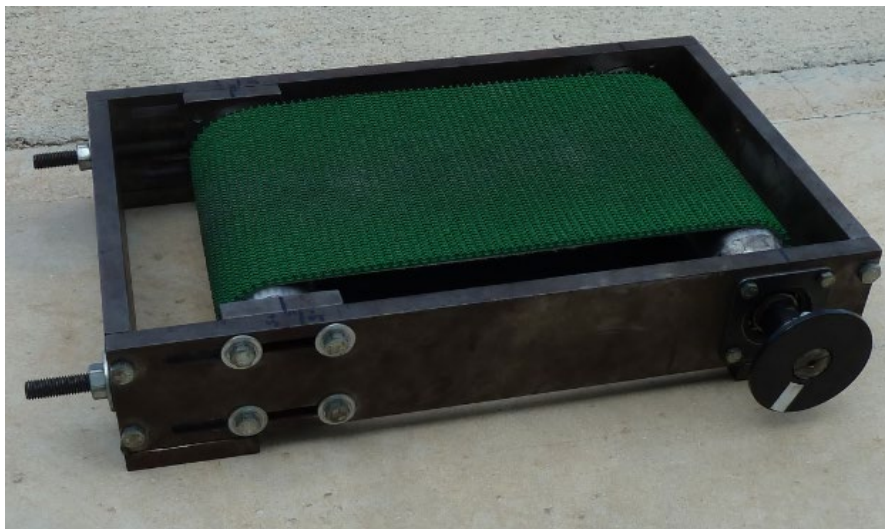


Figura 9: Detalle del prototipo de velocímetro de banda de rodadura con rodillos libres

El prototipo de banda de rodadura con rodillos libres se ha registrado ES1308651 como Modelo de Utilidad en la OEPM del Ministerio de Industria a nombre del Autor principal (Doctorando) y la propia UMH.

4.2. ANÁLISIS DE VARIABLES DE INFLUENCIA CON VELOCÍMETRO DE BANDA DE RODADURA.

La variable respuesta sigue siendo la velocidad máxima [km/h] obtenida en función de la combinación de las variables de influencia. Estas variables son:

- Presión de inflado de la rueda tractora.
- Estado de carga del ciclomotor.
- Variación de la tensión de la banda, en lugar de la distancia entre rodillos libres.
- Variación de inclinación del plano de ruedas del ciclomotor.

Para cada una de estas variables se realiza una variación controlada en los ensayos:

- Presión de inflado de la rueda tractora: 1 bar / 2 bar / 3 bar
- Estado de carga del ciclomotor: Vacío / Conductor / Conductor + acompañante
- Tensión de la banda, medida en la flecha de deformación de la misma con la carga: 302,5mm / 305mm / 307,5mm
- Variación de inclinación del plano de ruedas del ciclomotor: Horizontal: -1.0° / Inclinación: $+6^\circ$
 - Horizontal (fig. 10): -1.0° , velocímetro embebido en el suelo.
 - Inclinación: $+6^\circ$, velocímetro en superficie.



Figura 10: Detalle del ciclomotor simulando situación plano de ruedas horizontal.

El velocímetro de banda de rodadura se instaló en superficie, una configuración común en Unidades Móviles ITV. Los ensayos se realizaron en el exterior del edificio Innova, campus UMH Elche, siguiendo la metodología descrita en el punto 3.2. Cada ensayo se repitió tres veces por combinación de variables, resultando en un total de 162 ensayos estáticos. Además, se tomaron lecturas de velocidad angular en la rueda trasera, sumando un total de 324 lecturas.

Para minimizar el impacto de variables no controlables, los ensayos se repitieron en dos días diferentes con distintas condiciones ambientales:

- Día 1:
 - Temperatura: $32,5^\circ\text{C}$
 - Presión atmosférica: 1009,8 mb
 - Humedad relativa: 83,1%
- Día 2:
 - Temperatura: $28,1^\circ\text{C}$
 - Presión atmosférica: 1005,7 mb
 - Humedad relativa: 74,2%

Se compararon los resultados de velocidad máxima en las mismas condiciones de ensayos del punto 3.2:

- “Presión de la rueda tractora” y “Estado de carga del vehículo”, manteniendo constante la “Inclinación del plano de ruedas” y “Tensión de la banda”:

-Variable influencia:

- Inclinación del plano de ruedas: Horizontal (-1,0°)
- Tensión de la banda: 307mm / 305mm / 302,5mm

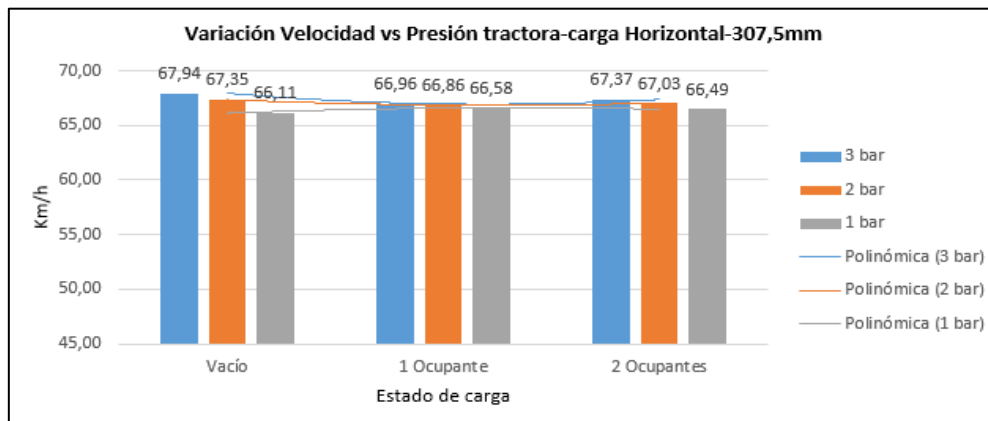


Figura 11: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Horizontal-307,5mm

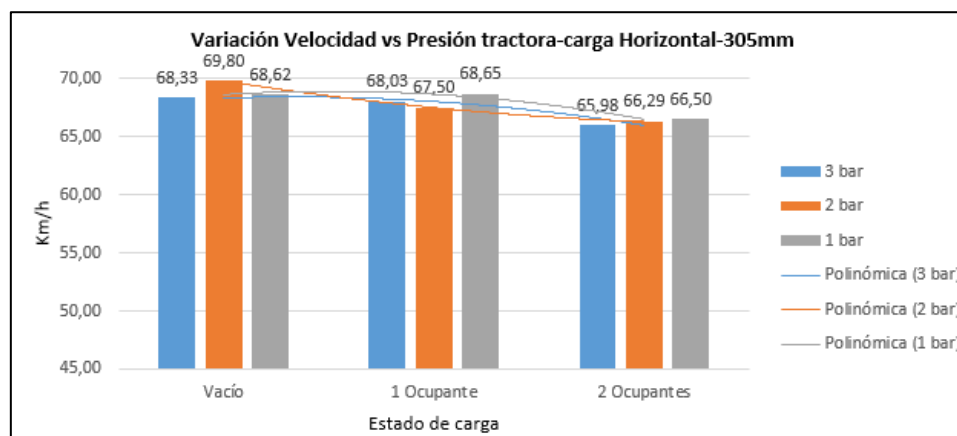


Figura 12: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Horizontal-305mm

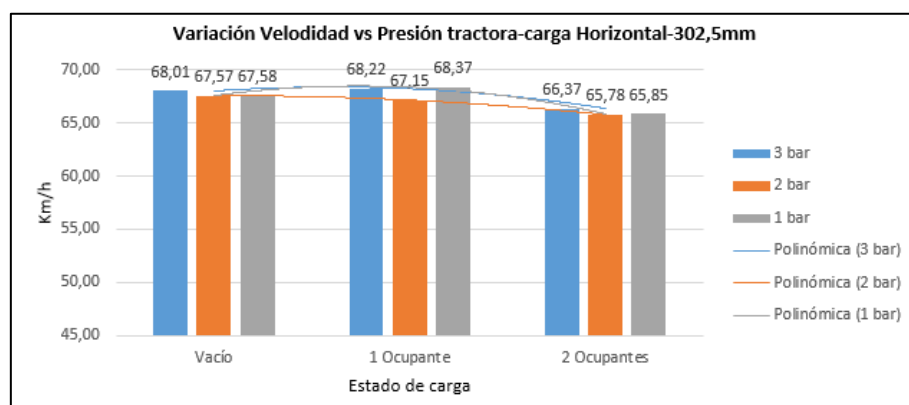


Figura 13: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Horizontal-302,5mm

Los resultados mostraron diferencias de hasta 3,0 km/h debido al estado de carga del ciclomotor, y diferencias de hasta 1,5 km/h debido a la presión de la rueda tractora. La distancia entre rodillos libres también influyó, con diferencias de hasta 1,0 km/h.

- “Presión de la rueda tractora” y “Estado de carga del vehículo”, manteniendo constante la “Inclinación del plano de ruedas” y “Tensión de la banda”:

-Variable influencia:

- Inclinación del plano de ruedas: Inclinado (+6,0°)
- Tensión de la banda: 307mm / 305mm / 302,5mm

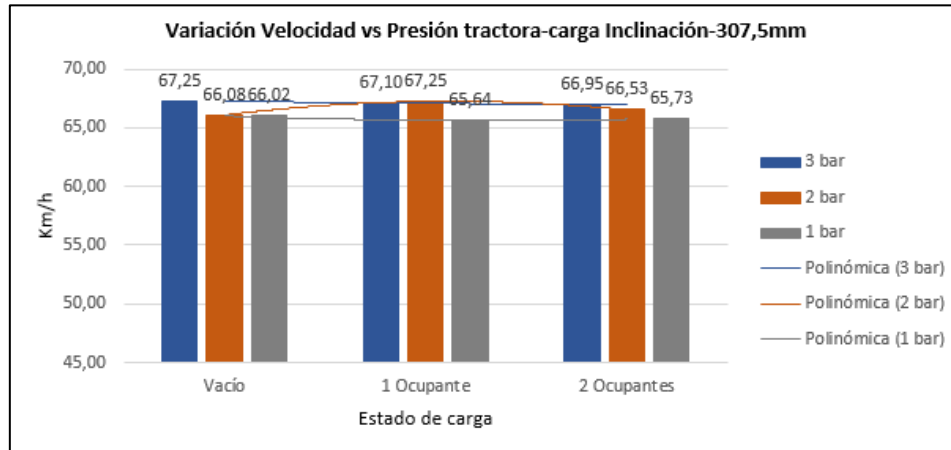


Figura 14: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Inclinado-307mm

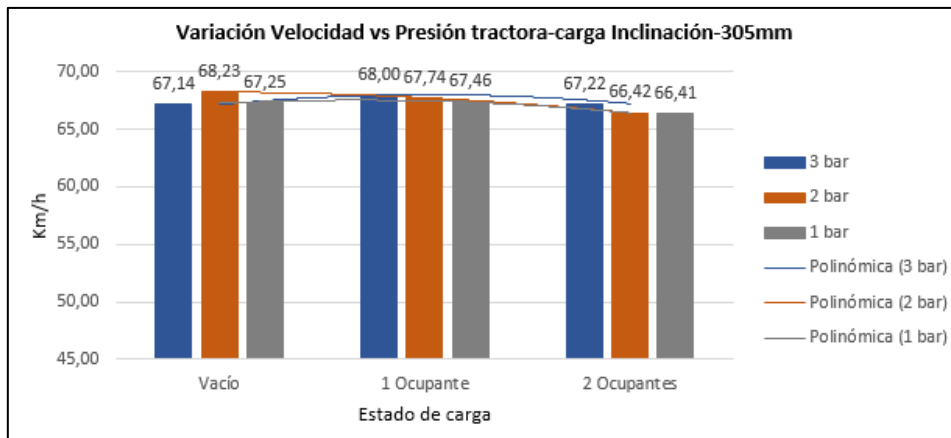


Figura 15: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Inclinado-305mm

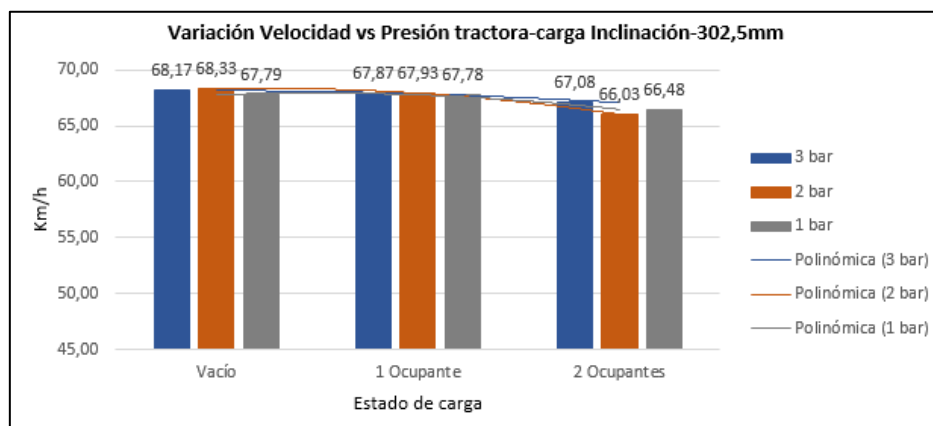


Figura 16: Variación Velocidad (km/h) vs Presión rueda tractora-Carga / Inclinado-302,5mm

Los resultados en esta configuración fueron similares a los obtenidos con el plano de ruedas horizontal, con ligeras diferencias debido a la transferencia de carga del vehículo a la rueda delantera. Se concluye que la inclinación del plano de ruedas del ciclomotor apenas influye en la velocidad máxima.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas de los ensayos y resultados parciales presentados en el apartado 4.2, comparados con el apartado 3.2, considerando las mismas variables de influencia, son las siguientes:

- Estado de carga del ciclomotor: Manteniendo constantes las demás variables, se observan diferencias de aproximadamente 3,0 km/h.
- Presión de la rueda tractora: Para un mismo estado de carga y distancia entre rodillos, se alcanzan diferencias de aproximadamente 1,5 km/h.
- Distancia entre rodillos: Manteniendo constantes las demás variables, se observan diferencias de aproximadamente 1,0 km/h, despreciables con el ajuste en tensión de la banda de rodadura.
- Inclinación del plano de ruedas: Apenas influye en la velocidad máxima.

En la intercomparación de resultados de los ensayos realizados con los dos tipos de velocímetros, se concluye:

- Inclinación del plano de ruedas: No existe influencia significativa con el velocímetro de banda de rodadura, mientras que con el velocímetro de rodillos libres en montaje superficial se alcanzan diferencias de hasta 8 km/h. El velocímetro de banda de rodadura mejora el comportamiento de las diferencias en velocidad máxima en casi un 100%.
- Estado de carga: Se alcanzan diferencias de hasta 11,5 km/h con el velocímetro de rodillos libres, frente a diferencias de hasta 3,0 km/h con el velocímetro de banda de rodadura, mejorando el comportamiento en un 73,9%.
- Distancia entre rodillos: Se alcanzan diferencias de hasta 4 km/h con el velocímetro de rodillos libres, frente a diferencias de aproximadamente 1,0 km/h con el velocímetro de banda de rodadura, mejorando el comportamiento en un 75%.

En conclusión, tanto por las condiciones funcionales de ensayo estático no legisladas en el actual apartado 10.5 de la Sección II del Manual de ITV, como por el comportamiento del prototipo de velocímetro de banda de rodadura en comparación con el velocímetro de rodillos libres, el uso del velocímetro de banda de rodadura sería una medida eficaz para mejorar el resultado de la velocidad máxima en el ensayo del apartado 10.5 de la Sección II del Manual de ITV, sin necesidad de legislar nuevas condiciones funcionales de ensayo estático.

6. AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mis directores de Tesis Doctoral, el Dr. D. Emilio Velasco Sánchez y el Dr. D. Manuel Ferrández-Villena García, por su invaluable tiempo y paciencia a lo largo de este proceso. Asimismo, extendo mi gratitud a la Universidad Miguel Hernández (UMH) por su colaboración y apoyo en la gestión de mi Tesis Doctoral.

7. REFERENCIAS

- [1] Estadística, modelos y métodos. Modelos lineales y series temporales. Daniel Peña Sánchez de Rivera. (Alianza Universidad Textos).
- [2] Manual de Procedimiento de Inspección de Estaciones ITV (Ministerio de Industria España).
- [3] RD. 1644/2008, de 10 de octubre, del Ministerio de Presidencia, por el que se establecen normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (Directiva 2006/42/CE).
- [4] Reglamento UE 2023/1230 del parlamento europeo, de 14 de junio de 2023, relativa a las máquinas.