

Estudio de variables de influencia en el ensayo de Limitación de Velocidad para Ciclomotor de 2 ruedas (L1e) en condiciones estáticas, de aplicación para Estaciones ITV

M.M. Paricio Caño / E. Velasco Sánchez / M. Sánchez Lozano / A. Navarro Arcas

Dpto. de Ingeniería Mecánica y Energía. Universidad Miguel Hernández (Elche)
mparicio@umh.es

El ensayo de Limitación de Velocidad para el vehículo Ciclomotor de 2 ruedas (L1e: vehículo de 2 ruedas con velocidad máxima por construcción ≤ 45 km/h, de cilindrada $\leq 50\text{cm}^3$ (combustión interna) o potencia continua nominal máxima $\leq 4\text{kW}$ (motores eléctricos)), está procedimentado en la directiva 2006/27/CE. La metodología de ensayo descrita en el citado acto reglamentario está basada en un ensayo dinámico. Por primera vez en España se hace obligatoria la inspección de Limitación de Velocidad en Ciclomotores de 2 ruedas (L1e) con motor de combustión interna, tanto de transmisión por caja automática como manual, en el Manual de Procedimiento de Estaciones ITV rev.6ª (05/01/2009) con una metodología basada en un ensayo estático.

El objetivo del presente artículo es el análisis de influencia de determinadas variables sobre el resultado cuantitativo del ensayo estático de Limitación de Velocidad en ciclomotores (L1e), que se realiza en las Estaciones ITV. Estas variables de influencia se agrupan en tres bloques, en función de su naturaleza: Vehículo Ciclomotor (Presión inflado rueda tractora / Estado de carga), Maquinaria de Ensayo (Distancia entre rodillos libres) y Condiciones de Ensayo Estático (Plano de ruedas del ciclomotor).

Palabras claves: Limitación, Velocidad, Ciclomotor, Estático

1. INTRODUCCIÓN

La metodología del ensayo de Limitación de Velocidad (Velocidad máxima de fábrica) para el vehículo Ciclomotor de 2 ruedas (L1e) está procedimentada en la directiva 2006/27/CE, siendo éste de obligatorio cumplimiento para la obtención de la homologación de Tipo de vehículo (2002/24 - 2005/30/CE). Dicha metodología está basada en un ensayo dinámico. Ésta incluye el control previo de las condiciones del vehículo, condiciones del conductor, características del recorrido, condiciones atmosféricas y procedimiento de ensayo.

En España se hace obligatoria la inspección de la Limitación de Velocidad en Ciclomotores de 2 ruedas (L1e) con motor de combustión interna, tanto de transmisión con caja automática como manual, en el Manual de Procedimiento de Estaciones ITV revisión 6ª [1] a partir de la fecha 05/01/2009. La metodología del ensayo, así como la instrumentación a utilizar, se desarrolla en el apartado-capítulo 10.05 de la Sección II del citado Manual, estando basada en un ensayo estático. Esta metodología incluye condiciones de control sobre los dos equipos posibles de inspección (banco de potencia o banco de rodillos libres), condiciones previas del vehículo y procedimiento de ensayo.

El objetivo del presente artículo es el análisis de influencia de determinadas variables sobre el resultado cuantitativo del ensayo estático, que se está realizando en las Estaciones ITV utilizando el banco de rodillos libres (equipo más comúnmente implantado a nivel nacional).

2. VARIABLES DE INFLUENCIA EN EL ENSAYO ESTÁTICO

El estudio de las variables de influencia sobre el resultado cuantitativo del ensayo estático de velocidad se estructura en tres bloques: el vehículo ciclomotor, equipo de ensayo y condiciones del ensayo.

Al presentar cada uno de los tres bloques, y relacionar las variables de influencia a estudio, se describirá cada uno de los ítems:

El vehículo ciclomotor:

- Marca: Derbi / Tipo: Hunter / Contraseña Homologación: CI-1059 / Caja de Cambios: Variador centrífugo automático / Cilindrada: 49,4 cc / Tipo neumático: Del: 130/60R13 53J – Tras: 130/60R13 53J (figura 1)



Figura 1

Las variables de influencia a estudio son:

- Presión de inflado de la rueda tractora:
 - Presiones: 1 bar / 2 bar / 3 bar
 - La presión recomendada por el fabricante es de 2 bar. Se efectúan ensayos variando sobre la recomendada ± 1 bar.
- Estado de carga del ciclomotor:
 - Conductor: 75 kg
 - Acompañante: 85 kg.
 - El ciclomotor está homologado para dos plazas. Se efectúan ensayos en vacío, con conductor y conductor + acompañante.

El equipo de ensayo:

- Velocímetro de rodillos libres: Marca: Ryme / Modelo: Vtec III / Diámetro rodillo encoder: 150mm / Resolución encoder: 353 imp/rev / Resolución equipo: 0.5 km/h / Equipo calibrado ENAC (figura 2 y 3)

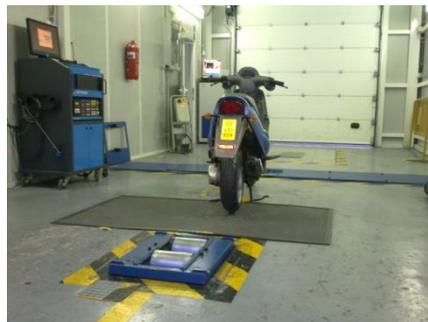


Figura 2



Figura 3

La variable de influencia a estudio es:

- Distancia entre rodillos libres:
 - Distancia: 255mm / 366mm
 - Son las distancias mínima y máxima de regulación entre rodillos libres en el equipo. Variación del radio real de la rueda tractora contra el rodillo libre con encoder a una misma presión.

Las condiciones de ensayo:

- Los ensayos se efectúan en las 2 condiciones normales de posicionamiento del bastidor del velocímetro en la prestación del servicio de inspección de Limitación de Velocidad por parte de las Estaciones ITV.

La variable de influencia a estudio es:

- Plano de ruedas del ciclomotor:
 - Plano de ruedas: Horizontal: -0.8° / Inclinación: $+6.0^\circ$
 - Horizontal: -0.8° es la situación reflejada en la figura 2 con el bastidor del velocímetro embebido en el suelo.
 - Inclinación: $+6.0^\circ$ es la situación con el bastidor en superficie (no embebido en el suelo).

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La metodología seguida para el estudio está basada en los principios del Diseño Experimental [2]. La variable respuesta es la velocidad [km/h] obtenida en función de la combinación de las variables de influencia o experimentales.

Las variables de influencia o experimentales son las 4 relacionadas en el apartado anterior:

- Presión de inflado de la rueda tractora.
- Estado de carga de ciclomotor.
- Distancia entre rodillos libres.
- Plano de ruedas del ciclomotor.

Para eliminar el efecto de una variable de influencia, en ensayos donde no se requiere su variabilidad, se han mantenido constante cada una de ellas, variando el resto de las variables en los rangos anteriormente descritos. Además, para subestimar la variabilidad, se ha repetido cada ensayo 3 veces por combinación de variables de influencia. En el desarrollo de esta metodología se obtiene que el resultado de los ensayos efectuados sean de $n=144$ ensayos.

Para minimizar el impacto de posibles efectos de variables no controlables en el estudio, se han repetido estos ensayos dos veces. Las repeticiones se llevaron a cabo en dos días de meses diferentes, con parecidas condiciones ambientales dentro del box de ensayo. Estas condiciones ambientales fueron:

- Día 09/03/12 (mañana):
 - T [°C]: 15,2
 - P_{atm} [mb]: 1024,3
 - Hr [%]: 54,2
- Día 03/04/12 (tarde):
 - T [°C]: 19,2
 - P_{atm} [mb]: 999,4
 - Hr [%]: 60,3

Al repetir los ensayos dos veces, el número total de ensayos efectuados ha sido de $n_T=288$ ensayos.

Para el procesamiento de los 288 resultados obtenidos de la variable respuesta [velocidad] se ha determinado efectuar las medias de los 3 resultados por combinación de variables de influencia, y a su vez, efectuar la media por las dos repeticiones en días diferentes.

En la aplicación de esta metodología de estudio, se entiende que se ha conseguido minimizar el posible efecto de variables no controladas en los ensayos, así como alcanzar un tamaño suficiente de ensayos que disminuya el error experimental.

La sistemática de la obtención del resultado de la variable respuesta [velocidad] seguida en cada una de las repeticiones experimentales del estudio está basada en la metodología de ensayo del apartado-capítulo 10.05 de la Sección II del Manual de Procedimiento de ITV en vigor.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras el procesamiento de los 288 resultados de la variable respuesta [velocidad [km/h]] se presentan en las siguientes tablas resumen, en función de las 4 variables de influencia:

1. Presión rueda tractora 3 bar (tabla 1):

Presión Rueda Tractora [bar]	Plano de Ruedas [°]	Distancia entre rodillos [mm]	Estado de Carga [kg]		
			Vacío	1 ocupante	2 ocupantes
3	Horizontal +0,8	255	72,8	69,2	68,5
		366	71,7	71,2	66,2
	Inclinación -6,0	255	70,7	69,0	68,0
		366	70,0	67,3	66,5

Tabla 1. Variación de la velocidad a Presión Tractora [3 bar] con variación de 3 variables de influencia

2. Presión rueda tractora 2 bar (tabla 2):

Presión Rueda Tractora [bar]	Plano de Ruedas [°]	Distancia entre rodillos [mm]	Estado de Carga [kg]		
			Vacío	1 ocupante	2 ocupantes
2	Horizontal +0,8	255	70,5	69,2	64,8
		366	71,2	69,7	63,8
	Inclinación -6,0	255	69,7	67,5	60,5
		366	70,0	68,8	60,0

Tabla 2. Variación de la velocidad a Presión Tractora [2 bar] con variación de 3 variables de influencia

3. Presión rueda tractora 1 bar (tabla 3):

Presión Rueda Tractora [bar]	Plano de Ruedas [°]	Distancia entre rodillos [mm]	Estado de Carga [kg]		
			Vacío	1 ocupante	2 ocupantes
1	Horizontal +0,8	255	66,2	61,2	56,5
		366	67,2	65,0	55,7
	Inclinación -6,0	255	65,0	61,0	55,5
		366	67,7	65,0	56,0

Tabla 3. Variación de la velocidad a Presión Tractora [1 bar] con variación de 3 variables de influencia

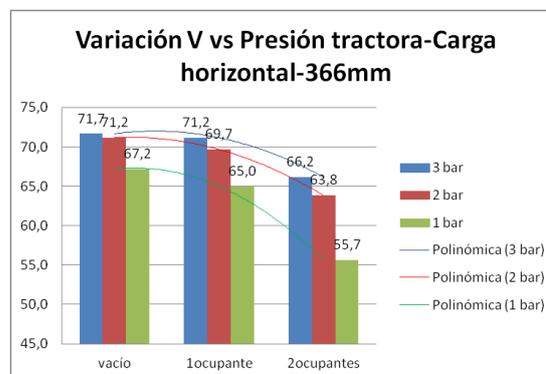
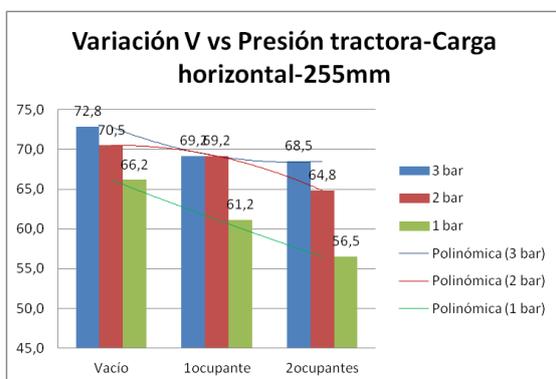
La instrumentación y el velocímetro intervinientes en la obtención de los resultados relacionados, tienen en el momento de los ensayos su metrología (calibraciones ENAC y verificaciones internas) y metrología legal (en su caso) en vigor, y en perfectas condiciones de utilización.

5. CONCLUSIONES

A continuación se representan gráficamente las conclusiones que a juicio de los autores, se consideran más relevantes sobre la evolución del valor resultado [velocidad] en combinación de las variables de influencia.

Se ha considerado que la línea de tendencia o regresión de la variable resultado se desarrolle según función polinómica de 4º orden.

En primer lugar se va a analizar la variación de sensibilidad de la variable resultado contra Presión de la rueda tractora y Estado de Carga, manteniendo constante el Plano de Ruedas (horizontal) y Distancia entre Rodillos del velocímetro (255mm – 366mm):

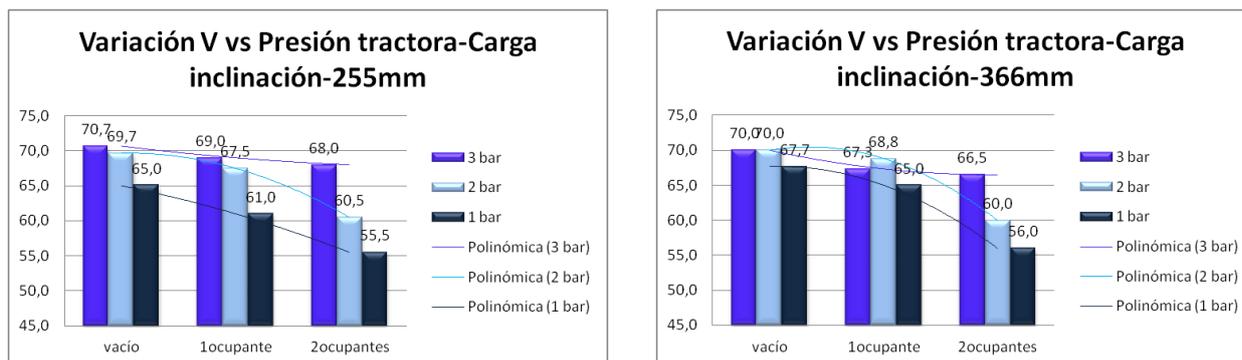


La primera conclusión parcial es el claro efecto de la disminución de la variable resultado con la Presión de la Rueda tractora. Se observan sendas tendencias decrecientes en cada uno de los gráficos. Para un mismo estado de carga y distancia entre rodillos, se alcanzan diferencias de hasta 8 km/h.

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

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

En segundo lugar se va a destacar el estudio de la variable resultado contra Presión de la rueda tractora y Estado de Carga, manteniendo constante el Plano de Ruedas (inclinación) y Distancia entre Rodillos (255mm – 366mm):



En esta combinación de variables de influencia, se aprecian tendencias muy similares a la primera situación planteada, con la salvedad que los valores de la variable resultado son iguales o ligeramente inferiores a los obtenidos en el primer caso. Se alcanzan diferencias de hasta 2 km/h.

Actualmente en el Manual de Procedimiento de Estaciones ITV en vigor, se establecen valores límites de la variable resultado de 62 km/h (caja automática) y 66 km/h (caja manual). Por lo que, variaciones de 1 km/h provocaría la aceptación/rechazo del vehículo en la inspección.

En resumen, y tras lo anteriormente relacionado, se concluye que el estudio de las variables de influencia sobre la variable resultado [velocidad] en el ensayo de limitación de velocidad para Ciclomotor de 2 ruedas (L1e) en condiciones estáticas de aplicación en Estaciones ITV demuestra que el actual procedimiento de inspección no es adecuado, dada la variabilidad de resultados de la variable resultado en función de la variación de las variables de influencia estudiadas.

6. REFERENCIAS

- [1] RD. 2042/1994. Manual Procedimiento de Estaciones ITV. Rev.7ª (02/01/2012).
- [2] Daniel Peña Sánchez de Rivera. Estadística Modelos y Métodos. Modelos lineales y series temporales. (Alianza Universidad Textos).
- [3] JA Calvo, V Díaz, E Olmeda, JL San Román and A Gauchía. Procedure to verify the maximum speed of automatic transmission mopeds in periodic motor Vehicle inspections. Proc. IMechE vol.222 Part D: j. Automobile Engineering.