

INTI-CÓRDOBA	CIMM-ELE 02.01 Calibración de instrumentos estáticos de medición de velocidad de vehículos automotores en campo	Revisión: 03 Fecha: 25/09/07 Página: 1 de 13
---------------------	--	--

Índice

Capítulo	Contenido	Página
	Página titular	1
1	Alcance, objetivo y referencias	2
2	Instrucciones	3
2.1	Definiciones y abreviaturas utilizadas	3
2.2	Calibración de cinemómetros con segmento de medición de ubicación fija	3
2.3	Calibración de cinemómetros con segmento de medición de ubicación variable	6
2.4	Instrucciones para la calibración del patrón	9
2.5	Contenido del Informe de calibración y registro de datos	9
3	Responsabilidades	10
Anexo 1	FOR ELE 02.01 03 N°1	11
Anexo 2	FOR ELE 02.01 03 N°2	12
Anexo 3	Modelo de expresión de resultados	13

Últimas modificaciones

Los procedimientos son propiedad del INTI-Córdoba y no deben ser reproducidos o dejados a la vista de terceros, sin la expresa autorización del Director del INTI-Córdoba.

1 Alcance, objetivo y referencias

Alcance

Este documento es aplicable a:

- La calibración de instrumentos estáticos de medición de velocidad de vehículos automotores en campo, es decir en condiciones reales de utilización, midiendo la velocidad de un vehículo de prueba.

Objetivo

- Sistematizar la metodología para la calibración (como parte de verificaciones periódicas o primitivas) de instrumentos estáticos de medición de velocidad de vehículos automotores, quedando incluidos instrumentos del tipo analógico y/o digital y con distintos principios de funcionamiento.

Referencias

- Manual de Instrucciones del Sistema Patrón de Medición de Velocidad de Vehículos Automotores con sensado neumático (Versión 3).
- Manual de Instrucciones del Sistema Patrón de Medición de Velocidad de Vehículos Automotores con sensado eléctrico (Versión 1).
- Reglamento de prueba del PTB, tomo 19, Procedimiento para ensayo de Radars de Tráfico, edición 1990.
- "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medición" (GUM) preparada por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAP, IUPAC Y OIML.
- Resolución N° 753/98 y modificaciones de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería de la Nación.
- CIMM-PGE 09.03 Cálculo y expresión de la incertidumbre de medición.
- CIMM-PGE 12.01 Gestión y confección de informe.
- CIMM-PGE 12.02 Declaración de conformidad con especificación.

2 Instrucciones

2.1 Definiciones y abreviaturas

Cinemómetro: Instrumento destinado a la medición de velocidad.

Cinemómetro estático: Cinemómetro que mide desde una posición fija.

Segmento de medición: En general los cinemómetros calculan la velocidad de un móvil en base a la aplicación de un algoritmo adecuado sobre la información proveniente del sensado de la presencia del móvil en una serie de posiciones sucesivas de su trayectoria. En este procedimiento se denomina **segmento de medición** a la fracción de la trayectoria del móvil sobre la que el cinemómetro calculó la velocidad informada.

Cinemómetro con segmento de medición de ubicación fija: Cinemómetro en el que, por su forma particular de sensado, (Ej: espiras, barrera láser, piezoeléctrico, etc.), el segmento de medición ocupa una posición fija en el espacio, la cual se repite en todas las mediciones.

Cinemómetro con segmento de medición de ubicación variable: Cinemómetro cuyo principio de funcionamiento está basado en el sensado del móvil a distancia (Ej.: láser, microondas, Doppler, etc), sin estar referido el segmento de medición a una fracción fija de la trayectoria del móvil.

ISC: Instrumento sometido a calibración.

SPMV: Sistema Patrón de Medición de Velocidad.

2.2 Calibración de cinemómetros con segmento de medición de ubicación fija (espiras, sensores piezoeléctricos, barrera luminosa, etc.)

2.2.1 Instrumental utilizado

- SPMV: Sistemas Patrón de Medición de Velocidad de Vehículos Automotores (sensado neumático o eléctrico), formados por:
 - Medidor Patrón de Velocidad.
 - Paralelogramo de Medición de Velocidad (Conformado por dos reglas espaciadoras y dos sensores)
- Cinta métrica.

2.2.2 Instalación del paralelogramo de medición

1) Se elegirá el lugar de instalación del Paralelogramo de Medición del SPMV según instrucciones del manual del Sistema Patrón de Medición de Velocidad. Para ello se deberá individualizar la posición de los sensores del medidor objeto a los efectos de instalar el Paralelogramo de Medición de forma tal que coincidan, dentro de una tolerancia de 100 mm, los puntos medios de los segmentos de medición de velocidad de ambos sistemas. De no ser evidente a simple vista la posición en que debe ubicarse el paralelogramo para lograr la condición de instalación especificada, se utilizará la cinta métrica a tal efecto.

- 2) Se presenta la regla espaciadora N°1 del paralelogramo de medición al centro del carril y paralela a la trayectoria del móvil de prueba. El punto medio de la regla espaciadora N°1 coincidirá dentro de una tolerancia de 100 mm con el punto medio del segmento de medición del cinemómetro objeto.
- 3) Se practica una perforación en la calzada a través del orificio que la regla espaciadora N°1 posee a tal efecto en uno de sus extremos.
- 4) Se coloca el perno de fijación de la regla espaciadora N°1 correspondiente al orificio practicado.
- 5) Fijado un extremo de la regla se practica otro orificio en la calzada correspondiente al otro extremo. Esta segunda perforación debe hacerse con el cuidado correspondiente ya que es la que determina la alineación del paralelogramo de medición en relación al eje de la calzada. La segunda perforación debe hacerse en forma tal que la regla quede instalada con un paralelismo mejor que ± 5 mm (medido en sus extremos) en relación al eje de la trayectoria del vehículo de prueba. A tal efecto se tomará como guía la que se disponga, se considere más precisa, o representativa de la trayectoria del móvil de prueba, de las siguientes: la demarcación del carril, o el cordón de la acera, o la junta de dilatación central de la calzada, o el borde de ésta u otra referencia aplicable.
- 6) Se instala la regla espaciadora N°2 en un costado del carril de forma tal que luego de tensados los sensores, el paralelismo de ambas reglas entre sí sea mejor que ± 3 mm (medido en los extremos de las mismas) y que el paralelogramo sea aproximadamente rectángulo (sus diagonales deben estar apareadas dentro de ± 3 mm)
- 7) En caso de ser necesario, se instalan los elementos de fijación adicionales (anti-rebote) de los sensores (cinta adhesiva y regletas).
- 8) Se verifica la distancia entre sensores luego de la instalación, mediante cinta métrica. Esta verificación se hará según una dirección paralela al eje longitudinal de las reglas, en tres zonas: en la parte media de los sensores y en dos zonas más, intermedias entre la zona media y las reglas respectivas. Si se observara un error mayor que la incertidumbre declarada (3 mm) se procederá a corregir el defecto (instalación, sensores deformados, etc.).
- 9) Se conecta el Medidor Patrón de Velocidad al Paralelogramo de Medición y se lo enciende. Si el equipo verifica el auto chequeo se comienza la comprobación del buen funcionamiento del SPMV. En caso contrario se utilizará el SPMV de reemplazo.

2.2.3 Comprobación del buen funcionamiento del SPMV

- 1) Se harán, por lo menos cuatro mediciones de velocidad del vehículo de prueba (dos en cada sentido de circulación, si es posible), para comprobar el buen funcionamiento del Sistema de Calibración, las que se registrarán en el formulario **FOR ELE 02.01 XX N°1**.
- 2) Criterio de aceptación de las mediciones: la distancia entre ejes medida debe estar dentro de $\pm 1,0 \%$ del valor de referencia del móvil de prueba (dato con que debe contarse previamente), con un ΔV máximo de 0,75 km/h.
- 3) Si operando el móvil de prueba de acuerdo a las instrucciones del Manual de Instrucciones del SPMV no se obtienen mediciones dentro de las tolerancias establecidas en 2), deberán revisarse todas las tareas de instalación efectuadas y el SPMV (remitirse al Manual de Operación).
- 4) Si los valores medidos de distancia entre ejes del vehículo de prueba están en tolerancia, el SPMV está en condiciones de ser utilizado para la calibración. En este caso, los valores de velocidad medidos durante la comprobación son válidos, por lo que pueden tomarse como mediciones para la calibración.

2.2.4 Procedimiento de Calibración Cinemómetros con segmento de medición de ubicación fija.

- 1) Se transita con el móvil de prueba, operándolo de acuerdo a las indicaciones del Manual de Instrucciones del SPMV, a una velocidad lo más próxima posible a la velocidad a calibrar.
- 2) Se registran las lecturas arrojadas por el SPMV y el medidor objeto al paso de móvil de prueba en el formulario **FOR ELE 02.01 XX N°2**.
- 3) Criterios de aceptación de lecturas: se consideran válidas las lecturas de velocidad del SPMV, cuando el valor de ΔV indicado es menor que 0,75 km/hora (aceleración coherente con incertidumbre declarada), y cuando la distancia entre ejes medida está apartada menos del 1,0 % de la real del móvil (error de medición de velocidad coherente con incertidumbre declarada). De no cumplirse estas condiciones, la lectura de velocidad no será considerada válida y deberá repetirse.
- 4) Se toman por lo menos 5 lecturas válidas.
- 5) Se reiteran los puntos 1, 2, 3 y 4 para las distintas velocidades a calibrar. Se debe calibrar el rango del ISC, por lo menos, a dos velocidades distintas, una principio del rango y otra representativa de la máxima permitida en el lugar.
- 6) Se implantarán precintos numerados del PML o se mantendrán los precintos preexistentes en el caso que los mismos presenten aún buena legibilidad.

<p>INTI-CÓRDOBA</p>	<p align="center">CIMM-ELE 02.01 Calibración de instrumentos estáticos de medición de velocidad de vehículos automotores en campo</p>	<p>Revisión: 03 Fecha: 25/09/07 Página: 6 de 13</p>
----------------------------	--	---

2.2 5 Condiciones ambientales

Se medirán y registrarán la temperatura y la humedad ambiente durante la calibración.

2.2.6 Anomalías durante la comprobación o calibración

Si durante la calibración se detectaren errores por encima de los correspondientes a los límites establecidos en la especificación o reglamento aplicable al ISC (Resolución 753/98 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería de la Nación) se lo rechazará haciendo referencia en el informe a la anomalía que dio origen al rechazo.

2.2.7 Verificación de la USC

Se realizará de acuerdo a las indicaciones del **CIMM-PGE 12.02.**

2.2.8 Cálculo de la incertidumbre de la medición para cinemómetros con segmento de ubicación fija.

Cuando sea aplicable realizar cálculos de incertidumbre del ISC, los cálculos se realizarán de acuerdo a los lineamientos del documento “Guide to expression of uncertainty in measurements” (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML), además de criterios propios del INTI-Córdoba establecidos en el procedimiento CIMM-PGE 09.03.

El cálculo de la incertidumbre propia de los SPMV y de la calibración mediante los mismos están desarrollados en los manuales de instrucciones respectivos.

Los componentes para el cálculo de la incertidumbre del cinemómetro objeto de la calibración, en el caso en que haya que realizarlo, son:

u_A = Incertidumbre estadística asociada a las mediciones del cinemómetro objeto. (Tipo A)

u_{MP} = Incertidumbre combinada de la calibración mediante el SPMV (Tipo B)

u_{RMO} = Incertidumbre proveniente de la resolución de medidor objeto (Tipo B).

2.3 Instrucciones para la calibración de cinemómetros con segmento de medición de ubicación variable (microondas, Doppler, telémetro láser, etc.)

2.3.1 Instrumental utilizado

- SPMV: Sistemas Patrón de Medición de Velocidad de Vehículos Automotores (sensado neumático o eléctrico), formados por:
 - Medidor Patrón de Velocidad.
 - Paralelogramo de Medición de Velocidad (Conformado por dos reglas espaciadoras y dos sensores)
- Cinta métrica.

2.3.2 Instalación del Paralelogramo de Medición y del cinemómetro a calibrar

- 1) Se elegirá un lugar de instalación del Paralelogramo de Medición que permita ubicar el ISC de forma tal que el haz de medición del cinemómetro de sensado remoto forme un ángulo menor de 1° con la trayectoria del móvil de prueba. Esto se consigue instalando el paralelogramo al final de un largo tramo recto, unos 100 metros antes de una curva suave. El tramo recto deberá ser suficientemente largo como para que permita al móvil de prueba alcanzar la máxima velocidad de calibración 200 metros antes de pasar sobre el paralelogramo. La curva es necesaria para ubicar el cinemómetro objeto en la banquina y poder cumplir con el ángulo de incidencia menor que 1° . La curva debe ser suave para que el móvil de prueba pueda mantener la velocidad de calibración hasta por lo menos 50 m después de pasar sobre el Paralelogramo de Medición.
- 2) Se instala el cinemómetro a calibrar en el lugar previsto en la banquina. Para cumplir con la condición de que el ángulo de incidencia del haz de medición sobre el móvil de prueba sea menor que 1° , la posición del ISC no deberá estar apartada más de 1,7 m de la prolongación imaginaria de la línea central del carril de prueba si la distancia de medición es de 100 m, ni más de 2,6 m si dicha distancia es de 150 m.
- 3) Mediante una cinta métrica se establece el lugar donde se instalará el Paralelogramo de Medición, a unos 100-150 metros de la posición del ISC, medidos hasta el primer sensor que acomete el móvil de prueba. Si la distancia de medición es distinta del intervalo 100-150 metros, se dejará constancia de ello en los registros correspondientes.
- 4) Se instala el Paralelogramo de Medición siguiendo las indicaciones del Manual de Instrucciones del Sistema Patrón. Se presenta tentativamente la regla espaciadora N°1 paralela al eje de la calzada y al centro del carril de medición.
- 5) Se practica una perforación en la calzada a través del orificio que la regla presenta en uno de sus extremos.
- 6) Se coloca el perno de fijación de la regla espaciadora N°1 correspondiente al orificio practicado.
- 7) Fijado un extremo de la regla se practica otro orificio en la calzada correspondiente al otro extremo. Esta segunda perforación debe hacerse con el cuidado correspondiente ya que es la que determina **la alineación del paralelogramo de medición en relación al eje de la calzada**. La segunda perforación debe hacerse en forma tal que la regla quede instalada con un paralelismo mejor que $\pm 5 \text{ mm}$ (medido en sus extremos) en relación al eje de la trayectoria del vehículo de prueba. A tal efecto se tomará como guía la que se disponga, se considere más precisa, o representativa de la trayectoria del móvil de prueba, de las siguientes: la demarcación del carril, o el cordón de la acera, o la junta de dilatación central de la calzada, o el borde de ésta u otra referencia aplicable.
- 8) Se instala la regla N°2 en un costado del carril de medición de forma tal que luego de tensados los sensores el paralelismo de ambas reglas entre sí sea mejor que $\pm 3 \text{ mm}$ (medido en los extremos de las reglas) y que el paralelogramo sea aproximadamente rectángulo (sus diagonales estarán apareadas dentro de $\pm 3 \text{ mm}$).

9) En caso de ser necesario, se instalan los elementos de fijación adicionales (anti-rebote) de los sensores (cinta adhesiva y regletas)

10) Se verifica la distancia entre sensores luego de la instalación, mediante cinta métrica. Esta verificación se hará según una dirección paralela al eje longitudinal de las reglas, en tres zonas: en la parte media de los sensores y en dos zonas más, intermedias entre la zona media y las reglas respectivas. Si se observara un error mayor que la incertidumbre declarada (3 mm) se procederá a corregir el defecto (instalación, sensores deformados, etc.).

11) Se conecta el Medidor Patrón de Velocidad al Paralelogramo de Medición y se lo enciende. Si el equipo verifica el auto chequeo se comienza la comprobación del buen funcionamiento del sistema de calibración. En caso contrario se utilizará el SPMV de reemplazo.

2.3.3 Comprobación del buen funcionamiento del SPMV: Ídem 2.2.3.

2.3.4 Procedimiento de Calibración de ISC con segmento de medición de ubicación variable.

1) Se transita con el móvil de prueba, operándolo de acuerdo a instrucciones de manual, a una velocidad lo más próxima posible a la velocidad a calibrar.

2) Mediante radio-enlace entre los lugares de instalación del SPMV y el ISC, se sincronizan las mediciones y se registran las lecturas de los mismos.

3) Criterios de aceptación de lecturas: se consideran válidas las lecturas de velocidad, cuando el valor de ΔV indicado es menor que 0,75 km/hora (aceleración coherente con incertidumbre declarada), y cuando la distancia entre ejes medida está apartada menos del 1,0 % de la verdadera del móvil (error de medición de velocidad coherente con incertidumbre declarada). De no cumplirse estas condiciones, la lectura de velocidad no será considerada válida y deberá repetirse.

4) Se toman, por lo menos 5 lecturas válidas.

5) Se reiteran los puntos 1, 2, 3 y 4 para las distintas velocidades a calibrar. Se debe calibrar el rango del medidor objeto, por lo menos, a dos velocidades distintas.

6) Si el ISC satisface los requerimientos metrológicos de la Resolución 753/98 y modificaciones de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería de la Nación, se implantan precintos numerados del PML o se mantienen los precintos preexistentes en el caso que los mismos presenten aún buena legibilidad.

2.3.5 Condiciones ambientales: Ídem 2.2.5.

2.3.6 Anomalías durante la comprobación o calibración: Ídem 2.2.6.

2.3.7 Verificación de la USC: Ídem 2.2.7

2.3.8 Cálculo de la incertidumbre de la medición para cinemómetros con segmento de medición de ubicación variable

Ídem 2.2.8.

2.4 Instrucciones para la calibración del patrón

2.4.1 Instrumental Utilizado

Osciloscopio digital marca Yokogawa, modelo DL4100.

Sistema de calibración marca Wavetek, modelo 9100.

2.4.2 Procedimiento para calibración electrónica del medidor patrón.

El SMVP se calibra según procedimiento CIMM-ELE 02.04 rev XX, con las siguientes particularidades:

- 1) Se conectan los canales 1 y 2 del osciloscopio respectivamente a las entradas TP1 y TP2 del PCB del Medidor Patrón (interrupciones del microprocesador principal, correspondientes a las salidas del simulador interno del SPMV). La salida que genera el primer pulso debe conectarse al Ch 2.
- 2) Se ajusta la base de tiempo del osciloscopio según la siguiente tabla:

Distancia entre sensores	Ajuste de la base de tiempo
0,8 m	50 mseg
2,0 m	50 mseg
2,5 m	100 mseg
3,0 m	100 mseg
5,0 m	200 mseg

- 3) El tiempo obtenido se transforma en velocidad a través de la fórmula:

$$V = 7200/T \quad V \text{ [km /hora]} \quad T \text{ [mseg]}$$

- 4) Se calibra el rango de 30 a 150 km/hora , de 10 en 10 km/hora, tomando tres mediciones por cada velocidad calibrada.

2.5 Contenido del Informe de calibración y registro de datos

• El contenido del informe se ajusta a CIMM-PGE 12.01 Gestión y confección de informes. Los resultados de medición a volcar en el informe se procesan mediante el software "SOFT CAL VEL Ver xx" del que se utilizará la última versión disponible. El registro de datos se realizará en los formularios FOR ELE 02.01 XX N°1 y N°2, y contendrá como mínimo lo siguiente:

- Datos identificatorios del ISC.
- Tablas comparativas de calibración (valor de referencia y valor leído).
- Resultados de la comprobación del funcionamiento del SPMV.
- Condiciones ambientales en el momento de la calibración.
- Fecha de calibración.
- Operadores.

3. Responsabilidades

3.1 Matriz de correlación de responsabilidades

ACTIVIDADES	RESPONSABLES		
	Respons. grupo	Operador 1	Operador 2
Cumplimiento procedimiento CIMM ELE 02.01	●■	▶	▶
Calibración electrónica del SPMV	●■	▶	
Instalación del paralelogramo de medición	●■	▶	▶
Operación del móvil de prueba			■
Operación del ISC		■	
Registro de valores medidos por el cinemómetro patrón	■		
Registro de valores medidos por el cinemómetro a calibrar	■		▲
Confección de informe	■		
Control y firma de informe	■		▲

●■: Responsabilidad principal

▶▲: Responsabilidad compartida o secundaria

INTI-CÓRDOBA	CIMM-ELE 02.01 Calibración de instrumentos estáticos de medición de velocidad de vehículos automotores en campo	Revisión: 03 Fecha: 25/09/07 Página: 11 de 13
---------------------	--	---

Anexo I Modelo de registro para calibración del ISC

(Registro para calibración de cinemómetros en campo) FOR ELE 02.01 03 N°1

Solicitante:		N° O.T.:						
Operadores:		Fecha:						
N° Serie Medidor Patrón Utilizado:		Página		de				
Características del instrumento calibrado:				Marca:				
Modelo:				N° de serie				
Lugar de instalación:								
Comprobación previa del SPMV y del ISC								
Instructivo: Realizar por lo menos cuatro mediciones, si es posible, dos en cada sentido								
Criterios de aceptación para comprobac. previa:		"De" debe estar dentro de $\pm 1,0\%$ de De(ref) " ΔV " debe ser menor que 0,75 km/h						
Distancias entre ejes del o los móviles de prueba De(ref):								
N°	Sent.	Vehículo de prueba	ΔV [km/h]	De [m]	Valor de Referencia [km/h]	Valor leído [km/h]	Cumple	
Observaciones:					Vehículo	De - 1%	De	De + 1%
					Express	2559	2585	2608
					Kangoo	2579	2605	2631
					Peugeot 206	2420	2445	2469
					Polo	2420	2445	2469
					Rastrojero	2638	2665	2692
					Peugeot 504	2714	2741	2768
					Astra	2596	2622	2648
					F100 DCab	2948	2978	3008
					Corsa	2419	2443	2467
Clase A	2399	2423	2447					

INTI-CÓRDOBA	CIMM-ELE 02.01 Calibración de instrumentos estáticos de medición de velocidad de vehículos automotores en campo	Revisión: 03 Fecha: 25/09/07 Página: 13 de 13
---------------------	--	---

Anexo III: Ejemplo de la expresión de los resultados: (Cuando la calibración se realiza a modo de verificación periódica o primitiva)

Condición de medición:		Con móvil de prueba afluente, dist. 110 m, ángulo de incidencia <1°	
Velocidad nominal:		30 km/h	
Cantidad de mediciones:		10	
Medición N°	Valor de Referencia [km/h] (Patrón INTI Córdoba)	Valor Leído [km/h] (Cinemómetro objeto)	Desviación [km/h]
1	32,83	33,1	0,27
2	31,49	31,3	-0,19
3	31,09	30,8	-0,29
4	34,22	34,2	-0,02
5	33,25	32,3	-0,95
6	33,00	33,1	0,10
7	32,59	32,8	0,21
8	31,96	30,8	-1,16
9	31,14	29,9	-1,24
10	33,99	33,3	-0,69
	Valor de Ref. Medio [km/h]	Valor Leído Medio [km/h]	Desviación Media [km/h]
	32,56	32,16	-0,40
Desviación Standard Experimental de la Desviación en relación a la Desviación Media			(σ) [km/h]
			0,57
Desviación Estadística Máxima para el 95% de las mediciones (Módulo de la Desviación Media + 2 σ)			DEM 95 [km/h]
			1,54
	Existencia de mediciones con desviación > 3 km/h	Cantidad de mediciones con desviación > 3 km/h	Cumplimiento 5.1.3 Resolución 753
	NO	0	SI