



NOTA TÉCNICA REFUNDIDA SOBRE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN DE LA DEFLEXIÓN EN EXPLANADAS, FIRMES Y PAVIMENTOS EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO, QUE UNIFICA Y ANULA A LAS FIRMADAS EL 30 DE DICIEMBRE DE 2008, EL 30 DE ENERO DE 2009 Y EL 23 DE MARZO DE 2009

Dada la necesidad de medir la deflexión en explanadas, conforme a la norma 6.1 IC Secciones de firme, y en los firmes y pavimentos de acuerdo con la norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes, a lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes equipos de auscultación que han ido incorporando, progresivamente, los últimos avances tecnológicos en la instrumentación de medida de este parámetro. De modo que, en la actualidad, se dispone de un gran número y variedad de equipos para medir la deflexión, lo que ha obligado a llevar a cabo los correspondientes ensayos de correlación y controles periódicos de calibración de aquellos equipos que operan sistemáticamente en la red de carreteras del Estado.

A lo largo del año 2008 se ha realizado un trabajo muy intenso sobre este asunto, con el desarrollo de diversos ensayos en los que han participado distintos equipos de auscultación de la deflexión. En febrero de 2008 se compararon varios equipos del tipo deflectómetro de impacto, de distintos fabricantes y diferentes modelos dentro de un mismo fabricante, donde se comprobó la diferencia que existía entre ellos. Estas comparativas se llevaron a cabo en varios tramos de carreteras en servicio, tanto del Estado como de la Junta de Castilla y León, seleccionados por su diferente sección estructural e IMD, donde también participó un equipo del tipo curviómetro.

Tras el análisis de los resultados obtenidos y ante la falta de posibilidades de que la viga Benkelman sea el método de medida y referencia de una red moderna de carreteras, que necesita hacer medidas con una cierta frecuencia y siempre en condiciones de seguridad de la circulación vial, se empezó a considerar a los equipos más habituales en la medición de la deflexión actualmente en la red de carreteras del Estado, el curviómetro y el deflectómetro de impacto, como posibles equipos de referencia, a efectos prácticos y en tanto se anulan las referencias a la viga Benkelman en las órdenes ministeriales de las normas 6.1 IC y 6.3 IC.



Esos mismos equipos del tipo deflectómetro de impacto volvieron a compararse en marzo de 2008 en unos ensayos donde también se empleó la viga Benkelman. Los resultados obtenidos se analizaron conjuntamente con los de febrero de 2008, lo que corroboró la consideración previa de adopción como equipos referentes al deflectómetro de impacto y al curviámetro. En mayo de 2008 se volvieron a comparar entre sí los deflectómetros de impacto participantes en los ensayos anteriores, constatando la necesidad de introducir ajustes en su calibración que permitieran equiparar los valores de sus mediciones.

Los hechos anteriores motivaron la *nota técnica de 30 de diciembre de 2008 sobre los factores de corrección de los equipos de auscultación de la deflexión en firmes y pavimentos en la red de carreteras del Estado*, cuya publicación se vio necesariamente condicionada a la realización de los potestativos ensayos de armonización de los equipos del tipo deflectómetro de impacto y curviámetro.

Incorporados los ajustes a la norma de ensayo NLT-338 en aquellos equipos que lo requirieron, en octubre y diciembre de 2008, se llevaron a cabo los ensayos de armonización de los equipos del tipo deflectómetro de impacto de todas las empresas auscultadoras interesadas en participar, además de los que habían intervenido en las comparativas anteriores. De estos ensayos se obtuvieron los factores de corrección que dieron lugar a la *nota técnica del 30 de enero de 2009 sobre la armonización de la medida de la deflexión con equipos del tipo deflectómetro de impacto* y que están recogidos en la tabla 2 de esta nota técnica.

Respecto a la armonización de los equipos del tipo curviámetro, una vez efectuados los ajustes necesarios a su norma de ensayo NLT-333, en febrero de 2009 se llevaron a cabo ensayos en diversos tramos de carreteras en servicio, seleccionados por su gran variación de valores de deflexión, y en los que también participaron tres equipos del tipo deflectómetro de impacto de los recogidos en la *nota técnica del 30 de enero de 2009*. Los resultados de esta armonización dieron lugar a los factores de corrección recogidos en la *nota técnica del 23 de marzo de 2009 sobre la armonización de la medida de la deflexión con equipos del tipo curviámetro* y que se muestran en la tabla 1 de esta nota técnica.

El desfase temporal con el que han tenido que aparecer estas tres notas técnicas firmadas *el 30 de diciembre de 2008; el 30 de enero de 2009 y el 23 de marzo de 2009*, se ha debido a su adaptación temporal a la disposición de la información suficiente y completa a la que cada una de ellas hacía referencia. **El objeto de esta nota técnica es, por tanto, aclarar, unificar y anular las tres notas técnicas**



anteriores, englobando todas las cuestiones relativas a la medición de la deflexión que se abordaban en cada una de ellas y **sin modificar**, en ningún aspecto, **los conceptos y valores indicados en las mismas**.

A pesar de la consideración de la deflexión patrón realizada en las normas 6.1 IC y 6.3 IC, la viga Benkelman no se emplea como equipo de medición estándar de las deflexiones por la afección a la seguridad vial que supone su uso, por lo que, a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos de armonización realizados y mientras se realiza la correspondiente modificación en estas normas por orden ministerial, se ha adoptado el criterio de considerar a los equipos del tipo curviámetro y deflectómetro de impacto de tipo pesado, a efectos prácticos, como referentes en la medición de la deflexión dentro de los estudios e informes que se desarrollen para su aplicación en la red de carreteras del Estado.

Por este motivo, la deflexión obtenida tanto con equipos del tipo curviámetro que apliquen la norma de ensayo NLT-333: *Medida de las deflexiones en firmes con curviámetro*, como con equipos del tipo deflectómetro de impacto que apliquen la norma de ensayo NLT-338: *Medida de las deflexiones en firmes y pavimentos con deflectómetro de impacto*, **no requerirá ningún factor de corrección para ser equivalente, a efectos prácticos, a la que se refieren como deflexión patrón las normas 6.1 IC y 6.3 IC.**

Las tablas 1 y 2 recogen los factores de corrección determinados para cada uno de los curviómetros y deflectómetros de impacto relacionados en las mismas, que deben emplearse en todas las **mediciones de la deflexión tal y como se indica en las normas de ensayo NLT-333 y NLT-338, respectivamente, para elaborar proyectos, estudios e informes de la red de carreteras del Estado.**

Como muestran los valores reflejados en dichas tablas 1 y 2, se equiparan las medidas realizadas con los equipos en ellas relacionados, considerándose el valor del error típico de cada uno de ellos razonablemente bajo y sin incidencia práctica en el valor de la deflexión medida. Si bien, se están desarrollando los estudios necesarios para poder minimizar aún más el valor de dichos errores en futuros ensayos de armonización.

El factor de corrección que se indica en las tablas 1 y 2 **es específico y de aplicación exclusiva** a los equipos y remolques en ellas relacionados y no a otros, aunque sean semejantes, que no hayan sido evaluados en los ensayos de armonización descritos en esta nota técnica. Además, para ser aplicables los



criterios anteriores, estos equipos deberán medir la deflexión conforme a las normas de ensayo NLT-333 y NLT-338, respectivamente.

TABLA 1: FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL TIPO CURVIÁMETRO*

Marca y modelo	Matrícula	Entidad	Factor	Error típico ($\cdot 10^{-2}$ mm)
MT-15	M 7524 NM	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 2,058$
MT-2000	4026 BSG	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 2,212$
MT-3000.1	3281 CSK	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 2,258$
MT-3000.2	3491 DFN	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 2,356$
MT-3000.3	4361 DNF	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 2,032$
MT-4000.1	6292 FZT	GEOCISA	1,00	$\pm 2,073$
MT-4000.2	6297 FZT	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 2,433$

* Válidos durante 2009 y hasta que sean actualizados en posteriores ensayos de armonización.

TABLA 2: FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL TIPO DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO*

Marca y modelo	Matrícula del remolque	Entidad	Factor	Error típico ($\cdot 10^{-2}$ mm)
KUAB 50 (1)	R 1653 BBL	INTEVÍA	1,00	$\pm 2,740$
KUAB 50 (2)	R 0276 BBW	INTEVÍA	1,00	$\pm 3,275$
KUAB 50	M VE- 26515	AEPO	1,00	$\pm 2,341$
KUAB 51	R 4482 BCD	AEPO	1,00	$\pm 2,373$
KUAB 150	MOP 20956 R	CEDEX	1,00	$\pm 2,466$
DYNATEST HWD8082 (1)	E 9360 BDP	EUROCONSULT NTS	1,00	$\pm 5,206$
DYNATEST HWD8082 (2)	1483 FZZ	EUROSONCULT NTS	1,00	$\pm 2,656$
DYNATEST HWD8081	R 5563BCB	GEOCISA	1,00	$\pm 2,790$
DYNATEST HWD8082	R 0459 BCF	INZAMAC	1,00	$\pm 3,915$
DYNATEST HWD8082	R 7601 BCF	IDEYCO	1,00	$\pm 2,322$
DYNATEST HWD8082	R 2263 BCB	GYA	1,00	$\pm 3,392$
CARL BRO PRI2100 (1)	R 9117 BCB	APPLUS	1,00	$\pm 5,735$
CARL BRO PRI2100 (2)	R 0546 BBL	APPLUS	1,00	$\pm 5,654$

* Válidos durante 2009 y hasta que sean actualizados en posteriores ensayos de armonización.



Los equipos relacionados en la tabla 2 deberán efectuar las mediciones con los valores de los siguientes parámetros recogidos en la tabla 3.

TABLA 3: PARÁMETROS A EMPLEAR EN LA APLICACIÓN DE LA NLT-338*

Tipología del equipo	Altura de caída de la carga (cm)	Masa de la carga (kg)	Tiempo total de aplicación de la carga (ms)
KUAB	40,0-44,0	210	50-60
DYNATEST-HWD	13,0-14,5	300	25-30
CARL BRO-PRI2100	10,0	300	25-30

* Válidos durante 2009 y hasta que sean actualizados en posteriores ensayos de armonización.

Independientemente del tipo y características de la carretera, la auscultación de la deflexión se deberá realizar **sobre la/s línea/s representativas de cada rodada** (dcha. e izqda.), según corresponda, reflejadas en la figura 1.

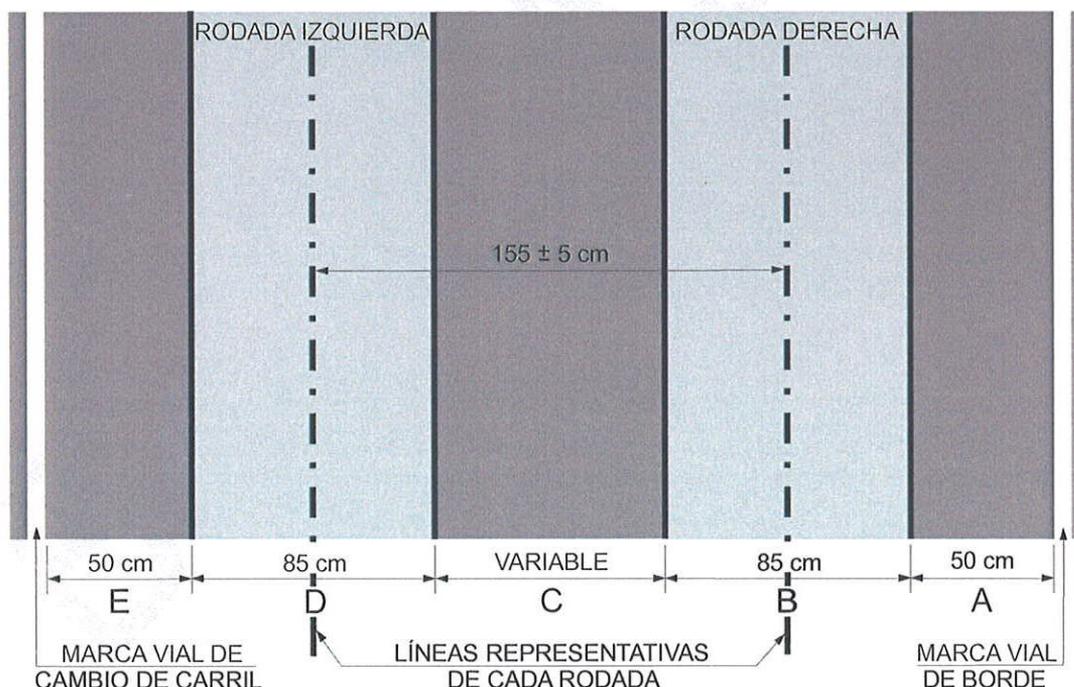


FIGURA 1. Ubicación de las líneas representativas de las rodadas.

Por todo ello y como síntesis, a partir de la fecha de esta nota técnica que unifica y anula a las firmadas el 30 de diciembre de 2008; el 30 de enero de 2009 y el 23 de marzo de 2009, **la medida de la deflexión para su aplicación en**



proyectos, estudios e informes de la red de carreteras del Estado con los equipos relacionados en las tablas 1 y 2, se realizará conforme a las normas de ensayo NLT-333 y NLT-338 respectivamente, sobre las líneas representativas de las rodadas mostradas en la figura 1 y aplicando, a efectos prácticos, el factor de corrección recogido en dichas tablas.

Madrid, 20 de abril de 2009

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Esther', with a long horizontal flourish underneath.

Fdo.: M^a Esther Castillo Díez
Jefe del Servicio de Auscultación de Firmes y Pavimentos