

"Adecuación de intersecciones en la carretera N-430, de Badajoz a Valencia por Almansa, mediante la ejecución de carriles centrales de espera y carriles de cambio de velocidad. Intersecciones a adecuar: Rena-Villanueva de la Serena (pp.kk. 109+500 a 110+500); Casas de Don Pedro-Talarrubias (pp.kk. 154+000 a 154+800). Provincia de Badajoz".
Clave: 33-BA-4240

ANEJO 10. ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO 10. ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS.

INDICE

	Página
1 INTRODUCCIÓN	3
2 ESTUDIO DEL FIRME PARA LA ZONA DE AMPLIACIÓN	3
3 ESTUDIO DEL FIRME SOBRE LA ZONA DE CALZADA EXISTENTE	4
3.1 INSPECCIÓN VISUAL	5
3.2 ESTUDIO DE DEFLEXIONES	5
3.3 CATÁLOGO DE FIRMES	6
3.4 ANCHOS DE CALZADA	6
3.5 ESTUDIO DE TRÁFICO	6
3.6 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA	6
ANEXO 01 ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	7
ANEXO 02 INSPECCIÓN VISUAL.....	9
ANEXO 03 ESPESORES ACTUALES DEL FIRME.....	14
ANEXO 04 ESTUDIO DE DEFLEXIONES.....	16

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto contempla el ensanche de la plataforma existente para conseguir el espacio necesario para la ubicación de los nuevos carriles centrales de espera y de los de cambio de velocidad, por lo que el firme de la zona de ampliación será de nueva ejecución y por tanto su estructura corresponderá a una de las previstas en la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" de diciembre de 2003. Por otra parte, la calzada actual de la carretera se va a aprovechar, proyectando para ello una rehabilitación superficial del firme según lo previsto en la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes" de diciembre de 2003.

2 ESTUDIO DEL FIRME PARA LA ZONA DE AMPLIACIÓN

Tronco de la N-430:

Según el estudio geotécnico realizado en ambas intersecciones los suelos del corredor se pueden considerar de tipo tolerable, por lo que se proyecta una sustitución de los mismos en un espesor de 75 cm con suelo seleccionado, para conseguir una explanada de tipo E2. Se ha descartado la opción de conseguir explanadas de categoría E3 porque esto implicaría estabilizar, lo que no parece la solución más adecuada en actuaciones localizadas como esta. Por otra parte, para la obtención de la explanada E2 quedarían dos opciones, además de las estabilizadas, la elegida y también la de sustituir 90 cm de suelo tolerable por 50 cm de suelo adecuado más 40 cm de suelo seleccionado. Se ha elegido la de sustituir 75 cm por suelo seleccionado por existir préstamos con volumen suficiente y ahorrar en excavación y relleno.

Por otra parte, del estudio de tráfico realizado se desprende que para el año de puesta en servicio de la obra 2020, la categoría del mismo será T2, tanto para la intersección del p.k. 110 como para la del p.k. 154.

La Norma 6.1-IC para explanada E2 y tráfico de categoría T2 propone cuatro estructuras de firme:

- La 221 Semiflexible formada por: 25 cm de MB
25 cm de ZA
- La 222 Semirrígida formada por: 18 cm de MB
22 cm de SC
- La 223 Semirrígida formada por: 15 cm de MB
20 cm de GC
20 am de SC

- 224 Rígida formada por: 23 cm de HF
15 cm de HM

Por tanto, de las secciones de firme de la Norma 6.1-IC se elige la nº 221 formada por:

- 25 cm MB
- 25 cm ZA

Entre todas ellas se han descartado las semirrígidas por la misma razón que se ha dado con las explanadas estabilizadas y la rígida por no tener el resto de la carretera dicha estructura. Se elige por tanto la semiflexible 221 por ser además una sección similar a las existentes en la carretera actual:

Intersección N-430 P.K. 110+000 (Rena-Villanueva de la Serena)

Sección: 18 cm de MB + 25 MG + 25 E

Año de construcción: 1995

Tipo: Semiflexible

Intersección N-430 P.K. 154+320 (Casas de Don Pedro y Talarrubias)

Sección: 16 cm de MB + 45 MG + E

Año de construcción: 1996

Tipo: Semiflexible

La sección de firme nuevo a emplear en las zonas de ampliación de la plataforma será la misma en ambas intersecciones y se extenderá con las siguientes capas:

- 5 cm AC16 surf S
- 9 cm AC22 bin S
- 11 cm AC22 base G
- 25 cm Zahorra artificial

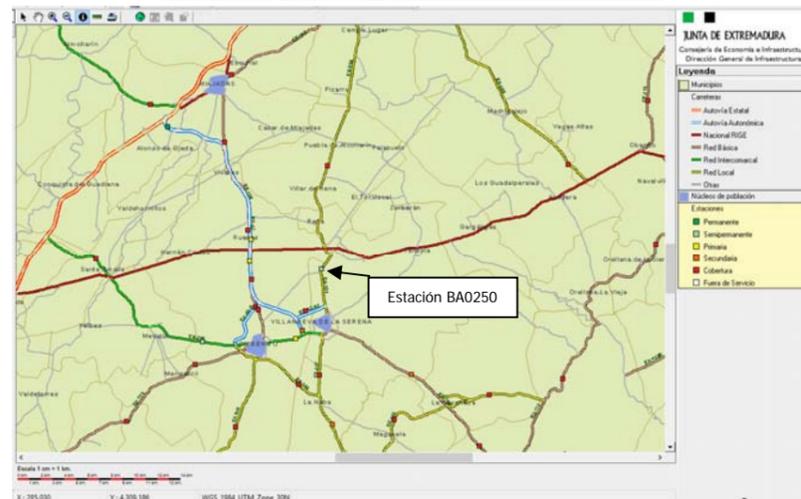
La capa de rodadura se extenderá en todo el ancho de la calzada y arcenes.

El ensanche de la plataforma se realizará a partir de la marca vial de borde, demoliendo por tanto los arcenes.

Carreteras secundarias:

El firme de los ramales de las intersecciones será diferente al del firme del tronco de la N-430 y por tanto al de los carriles de cambio de velocidad, a partir de la sección característica en la que su planta se separa 1,00 m respecto a la carretera principal.

En la intersección con la carretera EX-351 de Rena – Villanueva de la Serena, la conexión con la N-430 es un ramal que une a una glorieta de la segunda. La estación de aforo situada en la EX-351 se



encuentra en el tramo que va en dirección a Villanueva de la Serena, es la BA-0250 con una I.M.D. de 6.403 vehículos y un porcentaje de pesados del 4,9%. Según se justifica en el Anejo nº 6 "Estudio de planeamiento y tráfico" se concluye que el tráfico en éste será de categoría T32 cuando se ponga en servicio la obra.

Al igual que en el tronco principal de la N-430, se proyecta una explanada E2, por tanto se propone la sección de firme 3221, formada por 15 cm de MB y 35 cm de Z.A. distribuida con las siguientes capas:

- 5 cm de AC16 surf S
- 10 cm AC22 bin S
- 15 cm de Z.A.
- 20 cm de Z.A.

En la margen derecha se intersecciona con un camino público y el acceso a una industria hortofrutícola, y los ramales de ésta tienen el mismo paquete de firme que los de la margen izquierda.

En la intersección con la carretera BA-137 a Casas de Don Pedro y Talarrubias, no se modifican los ramales que unen con las vías de cambio de velocidad por lo que en ellos no se actúa.

En la margen izquierda se han adaptado al nuevo ancho de la carretera N-430 los ramales de intersección con la carretera a la presa de Gargáligas y por tanto su firme será de nueva ejecución y con la misma estructura 3221 anteriormente referida.

Vías de servicio:

Se proyecta una vía de servicio en la intersección de Casas de Don Pedro, y el firme proyectado es el correspondiente a un tráfico de categoría T42 y explanada E2, es decir, la sección 4221, formada por 5 cm de MB y 25 cm de Z.A.

Camino agrícola:

Los caminos agrícolas se pavimentarán con 25 cm de zahorra artificial.

3 ESTUDIO DEL FIRME SOBRE LA ZONA DE CALZADA EXISTENTE

En la inspección visual, cuyo contenido se incorpora en el Anexo 2 de este Anejo, se aprecia que los deterioros existentes en la capa de rodadura consisten principalmente en grietas de profundidad variable, pérdida de árido, desprendimientos, y en algunas zonas, reparaciones parciales con extendido de capas de slurry. Por otra parte, en el año 2016 se realizó una campaña de deflexiones, en la que se obtuvieron resultados por debajo de los umbrales para considerar necesaria una rehabilitación estructural.

El estudio de la rehabilitación del firme del presente proyecto se ha apoyado en los siguientes estudios y documentos:

- Inspección visual de la carretera.
- Estudio de deflexiones.

- Catálogo de firmes de la N-430.
- Estudio de tráfico de la N-430.

El contenido de estos estudios y la justificación de las actuaciones proyectadas se desarrollan a continuación.

3.1 INSPECCIÓN VISUAL

En el apéndice nº 2 del presente anejo se adjunta el resultado de la inspección visual realizada desde el p.k. 109+500 al 110+360 en el caso de Rena-Villanueva de la Serena, y entre el 154+000 y el 154+800 en el caso de Casas de Don Pedro y Talarrubias.

En este reportaje fotográfico se aprecia que los deterioros existentes en la capa de rodadura consisten principalmente en grietas de profundidad variable, pérdida de árido, desprendimientos, y en algunas zonas, reparaciones parciales con extendido de capas de slurry que ya se encuentran deterioradas por pérdida de árido superficial.

En general según la inspección visual los deterioros son de tipo superficial, pues no se aprecian deformaciones y baches que serían indicativo de un agotamiento estructural.

3.2 ESTUDIO DE DEFLEXIONES

Según se desprende del estudio de deflexiones se aprecia que los valores de las deflexiones en ambas intersecciones no superan los valores máximos del umbral según el cual es necesaria una rehabilitación estructural del firme, es decir:

Para tráfico T2

- Tramos de firme flexible y semiflexible: 100×10^{-2} mm

En el apéndice nº 4 del presente anejo se adjunta el estudio de deflexiones realizado para los tramos de proyecto en ambos sentidos de circulación.

Corresponden a un ensayo realizado con curviámetro según la norma NLT-333, que fueron facilitadas por la empresa de conservación del tramo de la carretera objeto de proyecto.

Según la "Nota técnica refundida sobre los factores de corrección de los equipos de auscultación de la deflexión en las explanadas, firmes y pavimentos de 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", se concluye que:

"...la deflexión obtenida tanto con equipos del tipo curviámetro que apliquen la norma de ensayo NL T-333: Medida de las deflexiones en firmes con curviámetro, como con equipos del tipo deflectómetro de impacto que apliquen la norma de ensayo NL T-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 deflexiones representadas en los gráficos ya están corregidas en cuanto a humedad y temperatura, por lo que podemos considerar que son deflexiones equivalentes a las de la viga Benkelman, y por tanto deflexiones patrón.

A continuación se procedió a homogeneizar los tramos siguiendo los criterios marcados por la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes", obteniéndose los siguientes resultados:

Intersección de Rena – Villanueva de la Serena:

Carril derecho:

- Del p.k. 109+600 al 109+800: 60 – 70 (mm/100)
- Del p.k. 109+800 al 110+200: 80 – 85 (mm/100)
- Del p.k. 110+200 al 110+370: 51 (mm/100)

Carril izquierdo:

- Del p.k. 109+600 al 109+900: 66 (mm/100)
- Del p.k. 109+900 al 110+37: 51 – 54 (mm/100)

Intersección de Casas de Don Pedro y Talarrubias:

Carril derecho:

- Del p.k. 153+900 al 154+100: 70 (mm/100)
- Del p.k. 154+100 al 154+200: 92 (mm/100)
- Del p.k. 154+200 al 154+300: 63 (mm/100)
- Del p.k. 154+300 al 154+700: 49 (mm/100)

Carril izquierdo:

- Del p.k. 183+900 al 154+100: 76 (mm/100)
- Del p.k. 154+100 al 154+600: 84 (mm/100)
- Del p.k. 154+600 al 154+700: 58 (mm/100)
- Del p.k. 154+700 al 154+800: 73 (mm/100)

3.3 CATÁLOGO DE FIRMES

Para la redacción del presente proyecto se han utilizado los datos facilitados por el Sector de Conservación encargado del tramo de la carretera N-430 objeto de estudio. Dicha información ha consistido en los siguientes datos:

- Sección firme actual
 - Composición del firme (cm)
 - Edad estructura del firme

Intersección N-430 P.K. 110+000 (Rena-Villanueva de la Serena)

Sección: 18 cm de MB + 25 MG + 25 E

Año de construcción: 1995

Tipo: Semiflexible

Intersección N-430 P.K. 154+320 (Casas de Don Pedro y Talarrubias)

Sección: 16 cm de MB + 45 MG + E

Año de construcción: 1996

Tipo: Semiflexible

3.4 ANCHOS DE CALZADA

Los tramos de carretera objeto de proyecto tienen la siguiente sección tipo:

- Calzada formada por: 2 carriles de 3,50 m = 7,00 m
- 2 Arcenes exteriores de 1,50 m

En la zona de las intersecciones existen además 1 carril central de espera de 3,50 m de ancho, y vías de cambio de velocidad, a un solo lado en el caso de la intersección de Rena – Villanueva de la Serena, y en ambos lados, en el caso de Casas de Don Pedro – Talarrubias, todas ellas de 3,50 m de ancho.

3.5 ESTUDIO DE TRÁFICO

Para la redacción del presente proyecto se ha realizado un estudio de tráfico que se adjunta en el Anejo nº 6 "Estudio de planeamiento y tráfico". Según este estudio, para el año de puesta en servicio de la obra y a lo largo de toda la vida útil de la misma, la categoría de tráfico será T2.

3.6 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

En base a la Norma 6.3 IC se proyecta una rehabilitación superficial del firme de la calzada, por no superar las deflexiones los valores máximos del umbral según el cual es necesaria una rehabilitación estructural del firme, como ya antes se ha mencionado. Esta rehabilitación se plantea fresando previamente 6 cm del pavimento existente.

En base a esto, se proyectan las siguientes actuaciones:

Rena-Villanueva de la Serena:

- Fresado de 6 cm del pavimento existente.
- Reposición con 6 cm de mezcla bituminosa tipo AC 22 bin S.
- Extendido de un capa de rodadura de 5 cm de AC 16 surf S.

Casas de Don Pedro y Talarrubias:

- Fresado de 6 cm del pavimento existente.
- Reposición con 6 cm de mezcla bituminosa tipo AC 22 bin S.
- Extendido de un capa de rodadura de 5 cm de AC 16 surf S.

ANEXO 01

ANÁLISIS DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN.

1. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Para la rehabilitación superficial del firme caben dos soluciones, fresado del firme existente y reposición, o recrecido del mismo. En general la opción de recrecer el firme lleva adosada la necesidad de sustituir los sistemas de contención por quedar bajos, aunque en este caso no lo consideraremos, ya que el hecho de ampliar el ancho de la plataforma, obligará a dicha sustitución. No obstante, ambas soluciones implican distintos espesores de firme, distintos anchos de capas y distintas unidades de obra: un fresado en un caso, y un sellado de grietas en el segundo. De las dos intersecciones estudiaremos la de Rena, ya que la de Casas de Don Pedro, al aprovecharse las vías de cambio de velocidad e isletas situadas en la margen derecha, es más favorable la opción de fresado y reposición.

Se han analizado dos soluciones denominadas "Alternativa 1" y "Alternativa 2":

Alternativa 1: Fresado parcial + recrecido

- Fresado de 6 cm del pavimento existente.
- Reposición con 6 cm de AC22 bin S.
- Extendido de una capa de rodadura con 5 cm de mezcla AC16 surf S incluyendo arcenes. (A efecto de este comparativo consideraremos un ancho de calzada de 7 m y arcenes de 1,5 m)

Alternativa 2: Recreido del firme actual

Según la tabla 5.A el espesor mínimo de recrecido con mezcla bituminosa, para deflexiones entre 80 -100 mm/100, tráfico T2 y firme flexible y semiflexible, es de 10 cm, por tanto, esta solución consiste en un recrecido del firme de 10 cm formado por dos capas, una intermedia de 5 cm de AC22 bin S y una rodadura de 5 cm de mezcla AC16 surf S. A diferencia con la solución anterior en la que la capa agrietada o fisurada se eliminaba con el fresado, en ésta, para evitar que las grietas se transmitan a la nueva capa superior deberá de hacerse una exhaustiva labor de sellado de grietas lo que encarecerá el procedimiento, además las dos capas deberán extenderse en calzada y arcenes.

2. VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES PARA LA REHABILITACIÓN SUPERFICIAL.

Se ha realizado un cuadro comparativo del importe por metro de carretera de cada una de las dos alternativas, que se expone a continuación:

UNIDADES	VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS POR METRO					
	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2		
	medición	precio	Total €/m	medición	precio	Total €/m
m ² /cm Fresado (15 cm) (ancho de 3,5 m)	42	0,32	13,44			
m ² /m saneo de zonas				0,3	28,57	8,57
m sellado de grietas				2	4,63	9,26
t. emulsión tipo C60B3TER (ancho 7,0 m+10,10 m)	0,01029	287,55	2,96	0,01224	287,55	3,52
t. Mezcla bituminosa en caliente tipo AC22bin S en intermedia (ancho 7,00 m ALT-1) (e=6 cm) y (ancho completo ALT-2 e=5cm)	1,029	22,88	23,54	1,255	22,88	28,71
t. Mezcla bituminosa en caliente tipo AC16surfS en rodadura (ancho 10 m) (e= 5 cm)	1,231	23,49	28,92	1,231	23,49	28,92
t. Ligante para mezclas bituminosas tipo B50/70	0,1017	425,07	43,23	0,111	425,07	47,18
			TOTAL M.... 112,09			TOTAL M..... 126,16

De las dos resulta más eficiente la Alternativa 1. Por tanto se adoptará como solución seleccionada la alternativa 1.

ANEXO 02. INSPECCIÓN VISUAL.

1. INSPECCIÓN VISUAL

Para la inspección visual se han recorrido los dos tramos de actuación sacando fotografías del estado actual de la capa de rodadura.

Ambos tramos tienen firme semiflexible y en ellos se aprecian deterioros superficiales, apareciendo grietas y pérdida de árido superficial.

A continuación se adjunta el reportaje fotográfico realizado en octubre de 2017.

2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Intersección de Rena-Villanueva de la Serena



Dirección +P.K. zona tratada con slurry con pérdida de árido superficial y grietas



Grietas transversales en el carril central de espera



Dirección -P.K. se aprecian grietas en el firme y pérdida de árido.



Grietas transversales en el carril central de espera y pérdida de árido superficial

Intersección de Casas de Don Pedro - Talarrubias



Sentido -P.K. zona tratada con slurry, con pérdida de árido superficial



Sentido +P.K. Grietas longitudinales y transversales



Sentido +P.K. zona tratada con slurry, con pérdida de árido superficial



Grietas longitudinales y transversales



Grietas longitudinales y transversales



Grietas longitudinales y transversales

ANEXO 03

ESPESORES ACTUALES DE FIRME.

1 ESPESORES DE FIRME

Para la redacción del presente proyecto se han utilizado los datos facilitados por el Sector de Conservación encargado del tramo de la carretera N-430 objeto de estudio. Dicha información ha consistido en los siguientes datos:

- Sección firme actual
 - Composición del firme (cm)
 - Edad estructura del firme

Intersección N-430 P.K. 110+000 (Rena-Villanueva de la Serena)

Sección: 18 cm de MB + 25 MG + 25 E

Año de construcción: 1995

Tipo: Semiflexible

Intersección N-430 P.K. 154+320 (Casas de Don Pedro y Talarrubias)

Sección: 16 cm de MB + 45 MG + E

Año de construcción: 1996

Tipo: Semiflexible

ANEXO 04

ESTUDIO DE DEFLEXIONES

1 INTRODUCCIÓN

El estudio de deflexiones se compone de una campaña realizada, el 24 de mayo de 2016.

El estudio se realizó por los dos sentidos de circulación.

Corresponden a un ensayo realizado con curviómetro según la norma NLT-333, que fueron facilitadas por la empresa de conservación del tramo de la carretera objeto de proyecto.

Según la *"Nota técnica refundida sobre los factores de corrección de los equipos de auscultación de la deflexión en las explanadas, firmes y pavimentos de 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"*, se concluye que:

*"...la deflexión obtenida tanto con equipos del tipo curviómetro que apliquen la norma de ensayo NL T-333: Medida de las deflexiones en firmes con curviómetro, como con equipos del tipo deflectómetro de impacto que apliquen la norma de ensayo NL T-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**".*

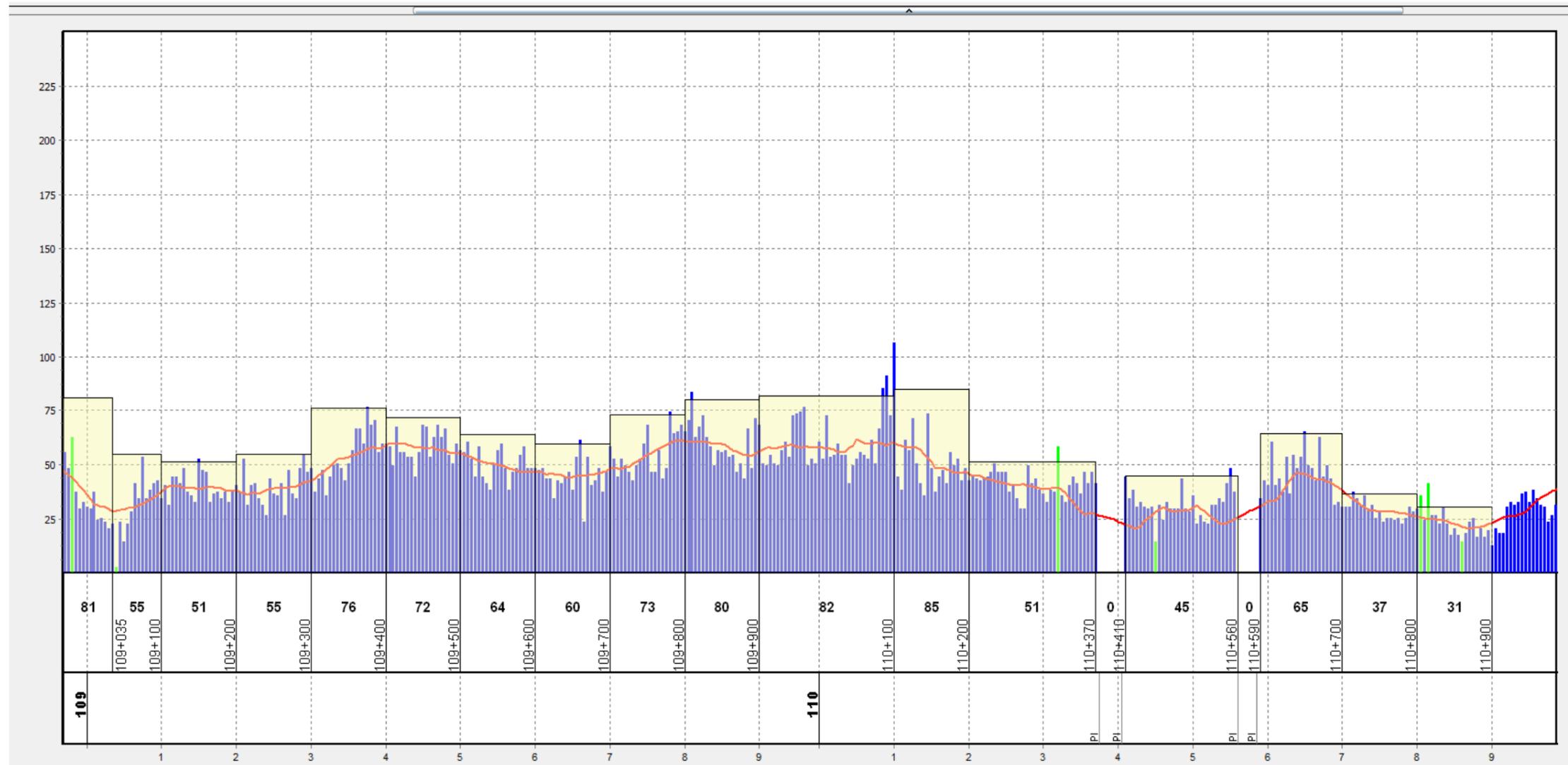
Las deflexiones representadas en los gráficos ya están corregidas en cuanto a humedad y temperatura, por lo que podemos considerar que son deflexiones equivalentes a las de la viga Benkelman, y por tanto deflexiones patrón.

A continuación se procedió a homogeneizar los tramos siguiendo los criterios marcados por la Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes".

Se adjuntan los listados de los cálculos de las deflexiones características por tramos homogéneos.

CAMPAÑA DE 25 DE MAYO DE 2016 EN ZONA DE LA INTERSECCIÓN DE RENA – VILLANUEVA DE LA SERENA.

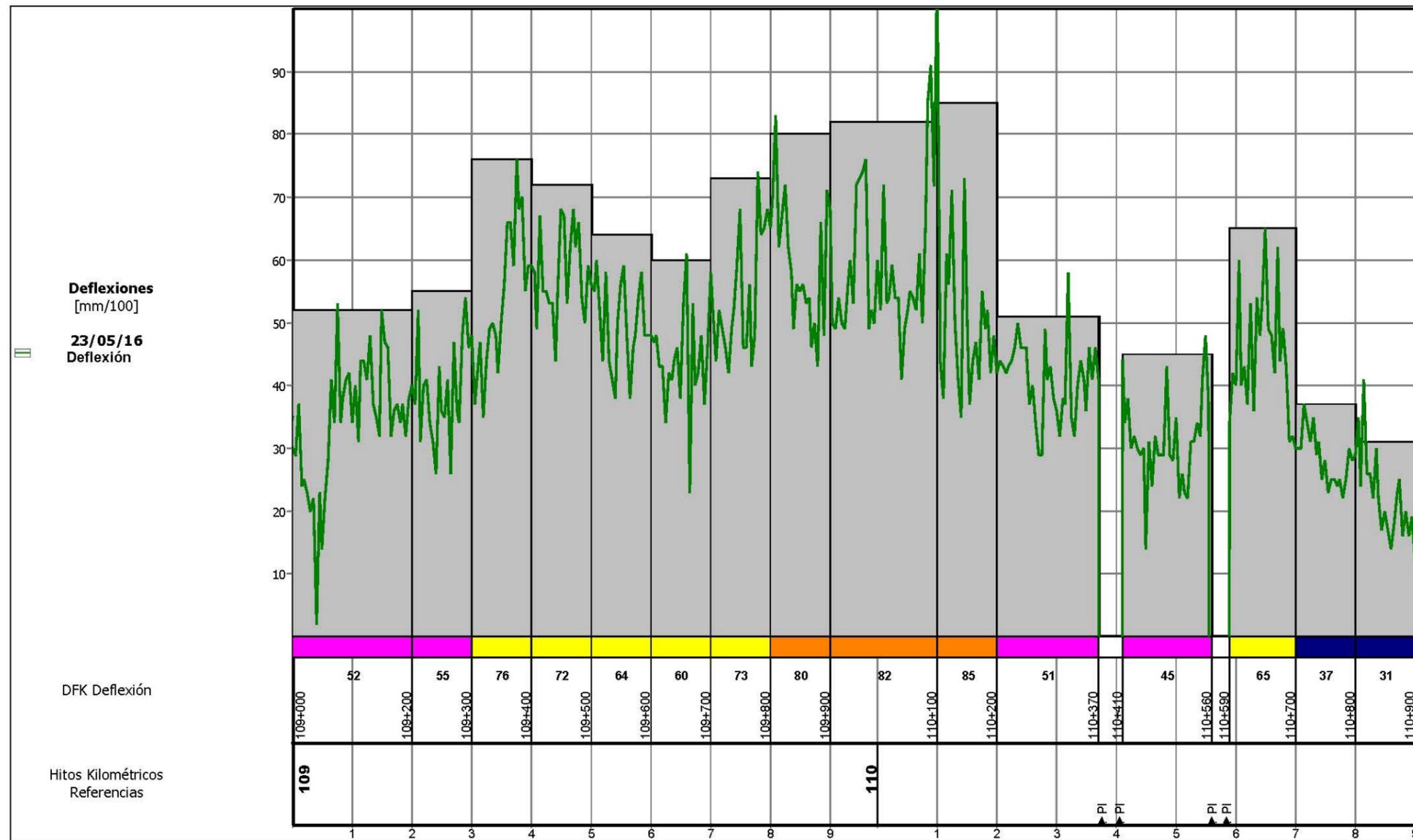
CARRIL DERECHO.



CARRIL DERECHO (+P.K.) Zona de la intersección de Rena - Villanueva de la Serena

Gráficos de Deflexiones NLT-333

Fecha: 23/05/16 - BADAJOZ - Carretera: N-430 Calzada: 0 Carril: 1 Tramo: 06N43001

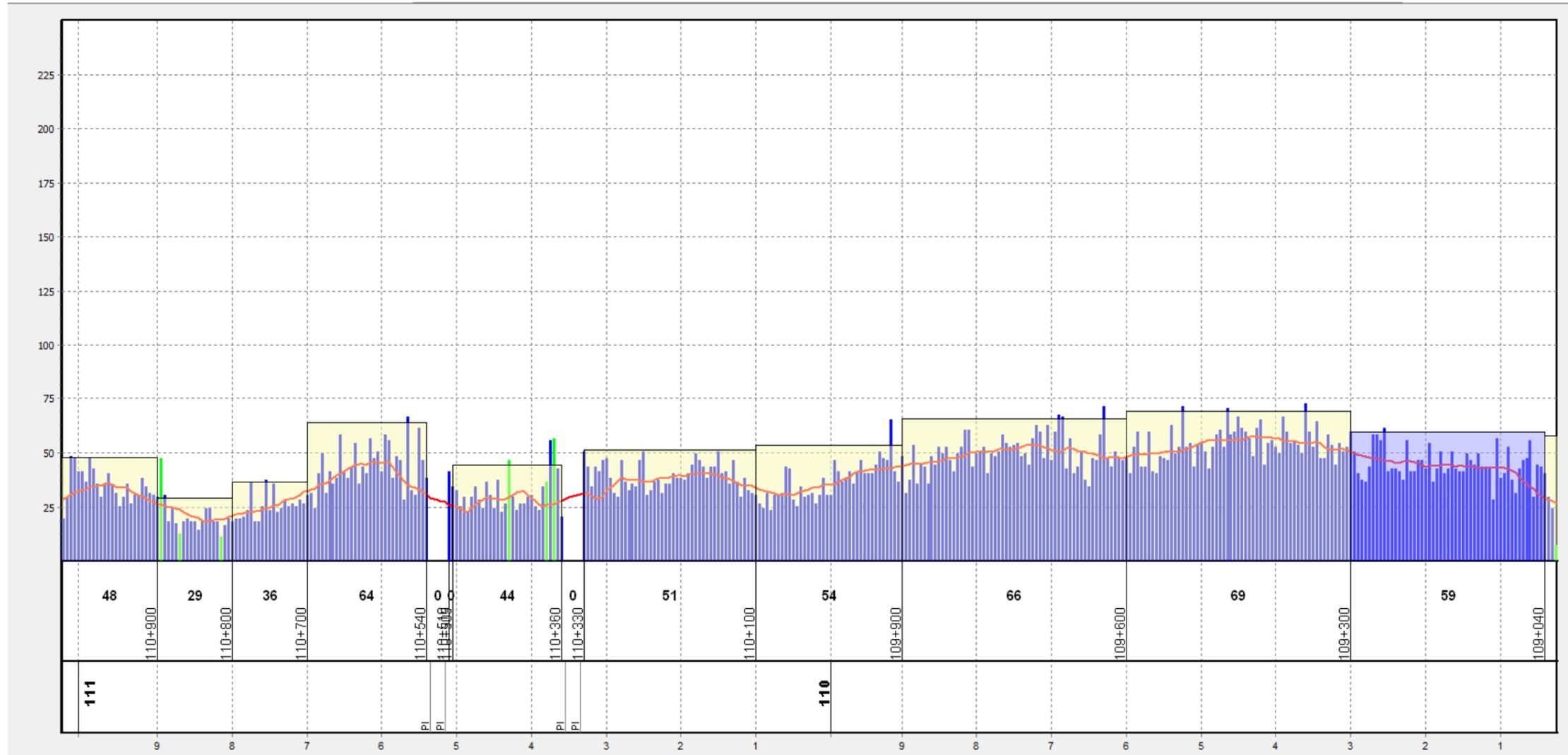


"Adecuación de intersecciones en la carretera N-430, de Badajoz a Valencia por Almansa, mediante la ejecución de carriles centrales de espera y carriles de cambio de velocidad. Intersecciones a adecuar: Rena-Villanueva de la Serena (pp.kk. 109+500 a 110+500); Casas de Don Pedro-Talarrubias (pp.kk. 154+000 a 154+800). Provincia de Badajoz".
Clave: 33-BA-4240

ANEJO 10. ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

CAMPAÑA DE 25 DE MAYO DE 2016 EN ZONA DE LA INTERSECCIÓN DE RENA – VILLANUEVA DE LA SERENA.

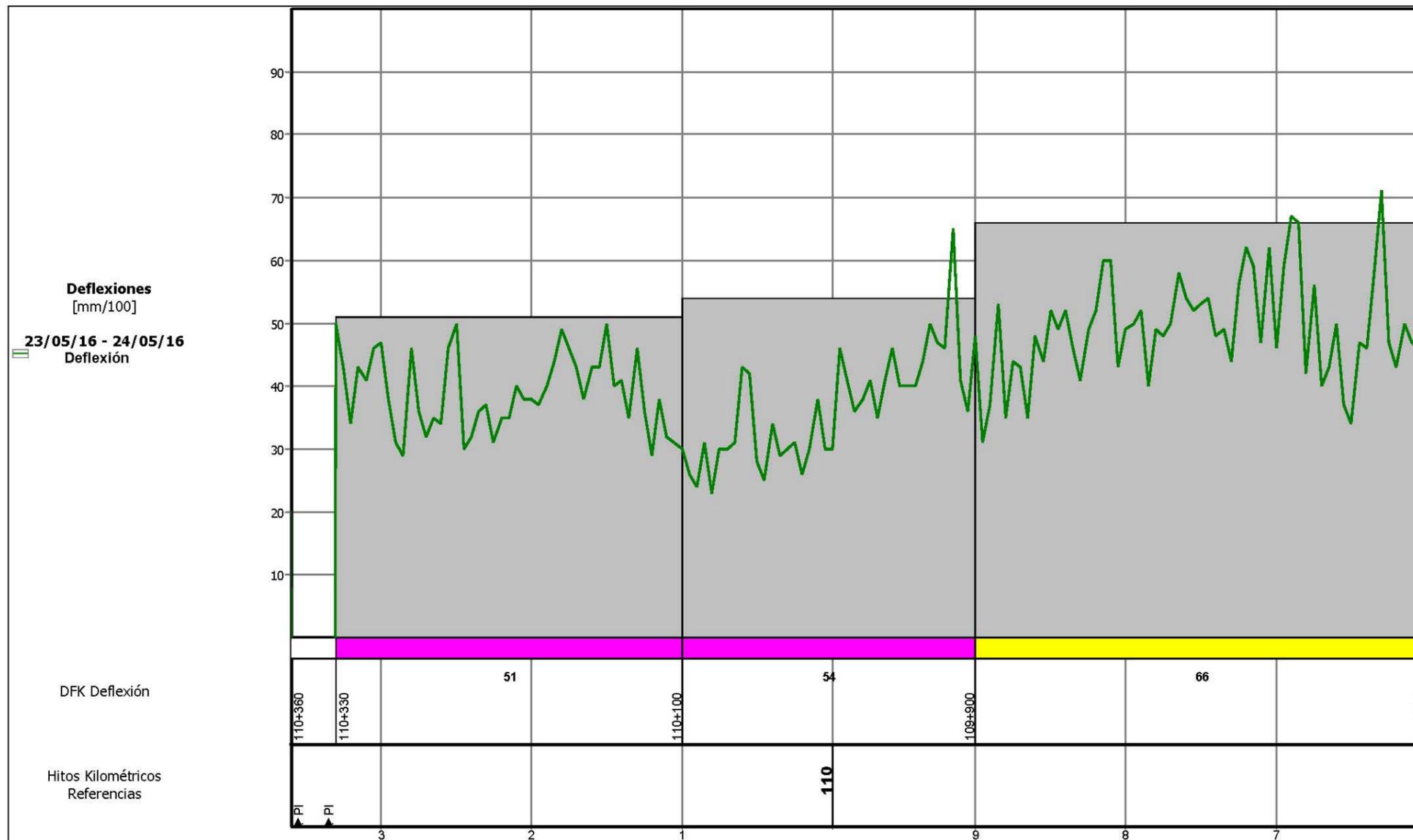
CARRIL IZQUIERDO.



CARRIL IZQUIERDO (-P.K.) Zona de la intersección de Rena – Villanueva de la Serena

Gráficos de Deflexiones NLT-333

Fecha: 23/05/16 - BADAJOZ - Carretera: N-430 Calzada: 0 Carril: 2 Tramo: 06N43002

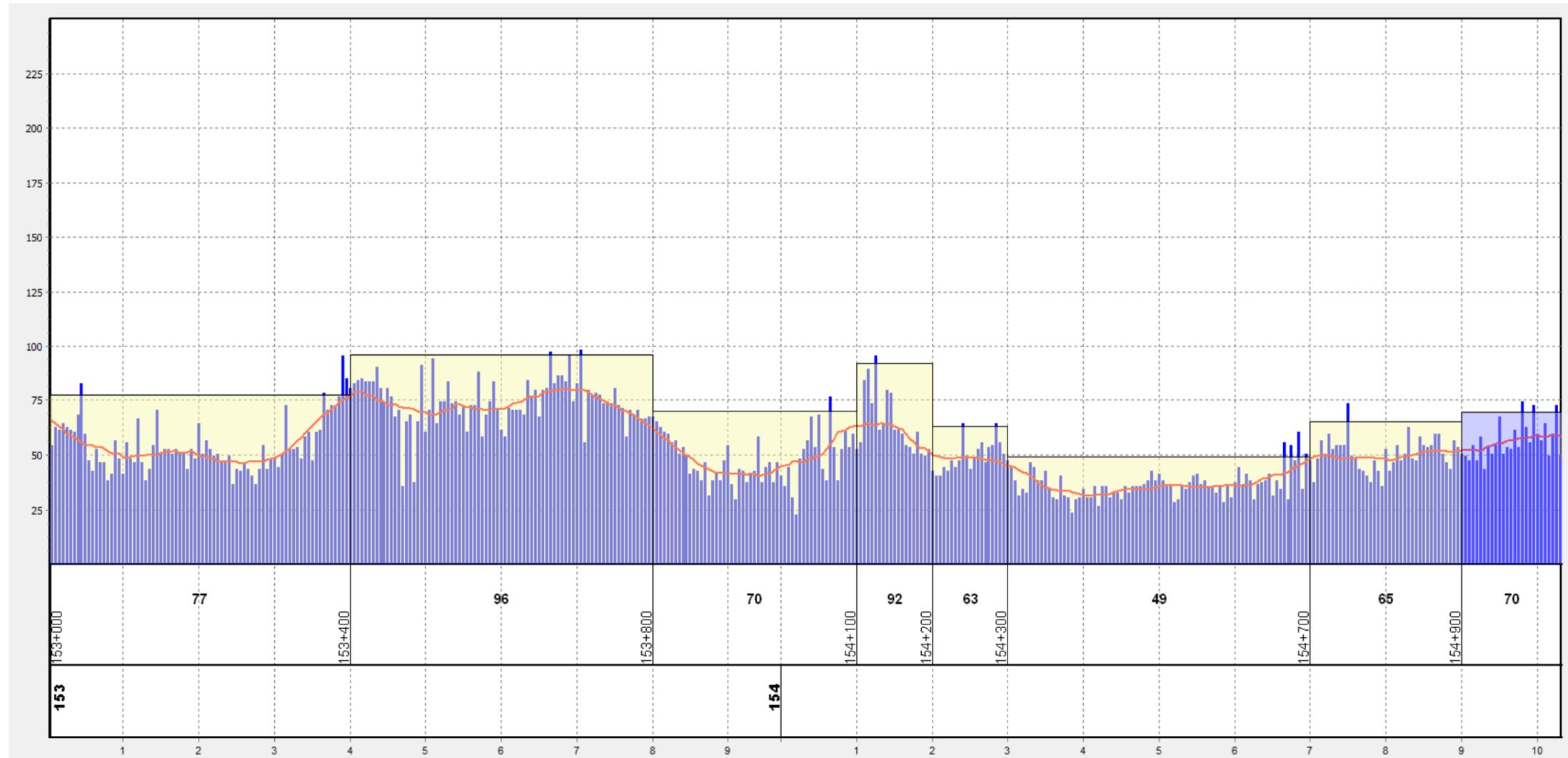


"Adecuación de intersecciones en la carretera N-430, de Badajoz a Valencia por Almansa, mediante la ejecución de carriles centrales de espera y carriles de cambio de velocidad. Intersecciones a adecuar: Rena-Villanueva de la Serena (pp.kk. 109+500 a 110+500); Casas de Don Pedro-Talarrubias (pp.kk. 154+000 a 154+800). Provincia de Badajoz".
Clave: 33-BA-4240

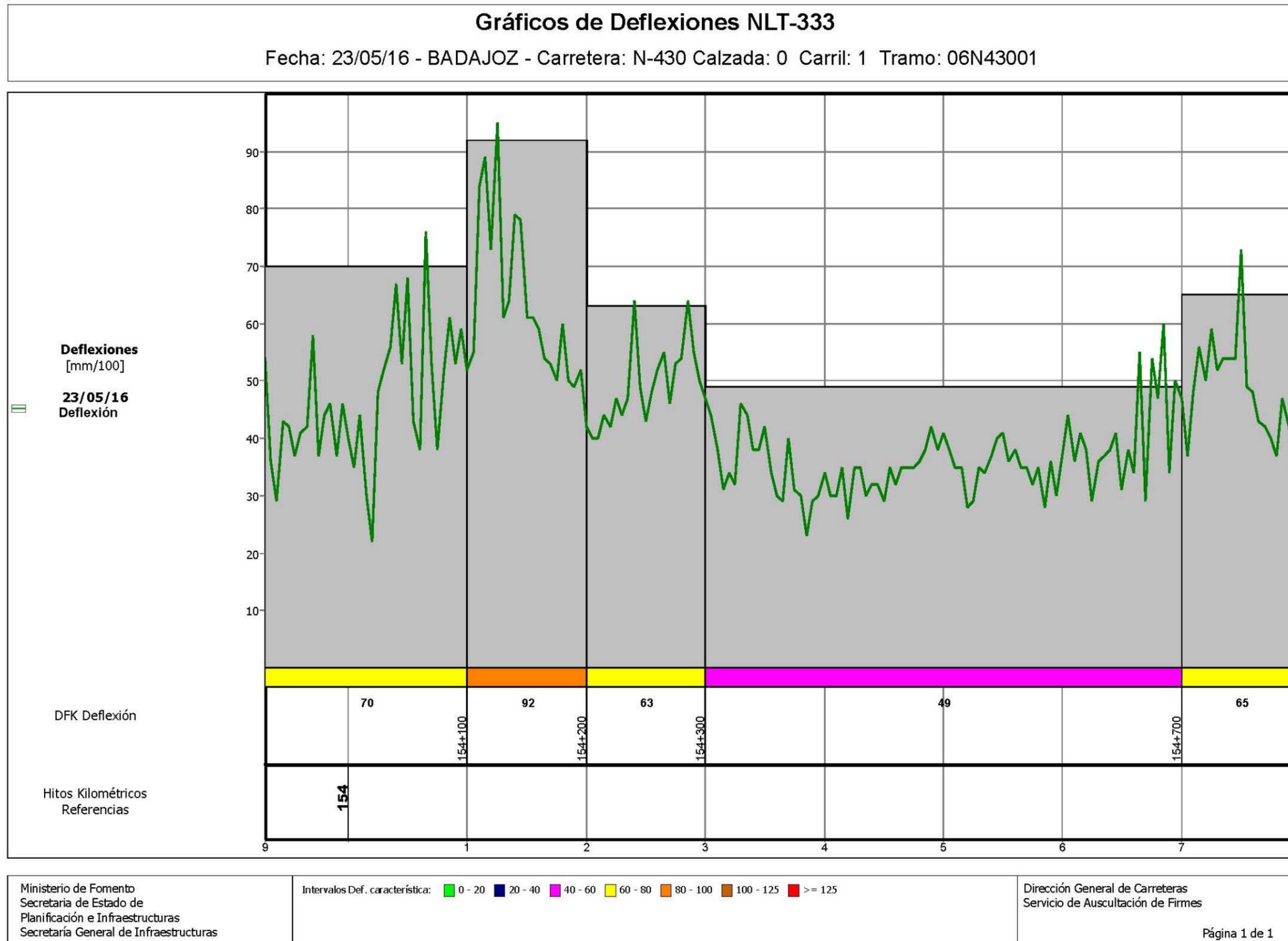
ANEJO 10. ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

**CAMPAÑA DE 25 DE MAYO DE 2016 EN ZONA DE LA INTERSECCIÓN DE CASAS DE
DON PEDRO - TALARRUBIAS.**

CARRIL DERECHO



CARRIL DERECHO (+P.K.) Zona de la intersección de Casas de Don Pedro - Talarrubias

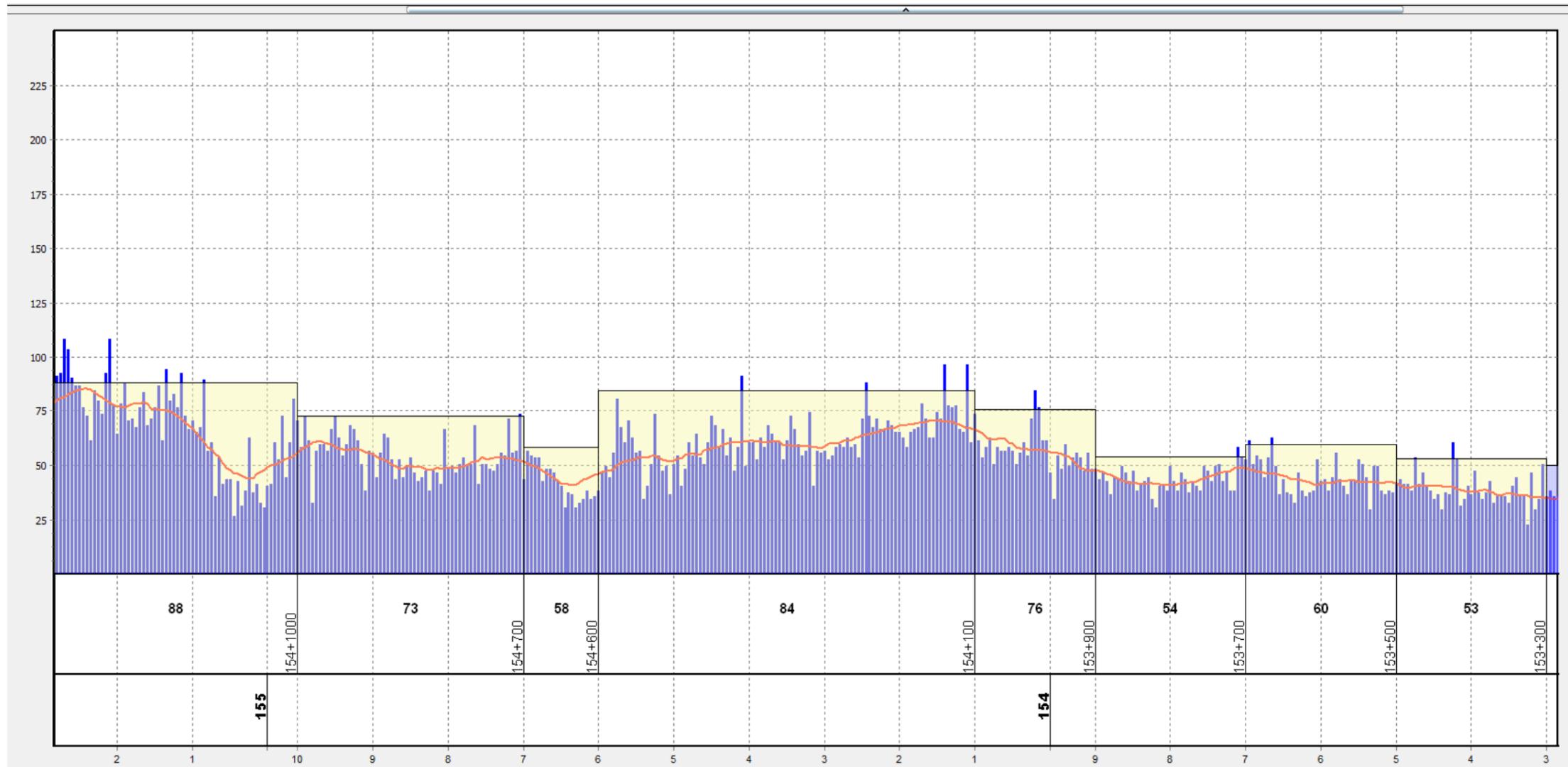


"Adecuación de intersecciones en la carretera N-430, de Badajoz a Valencia por Almansa, mediante la ejecución de carriles centrales de espera y carriles de cambio de velocidad. Intersecciones a adecuar: Rena-Villanueva de la Serena (pp.kk. 109+500 a 110+500); Casas de Don Pedro-Talarrubias (pp.kk. 154+000 a 154+800). Provincia de Badajoz".
Clave: 33-BA-4240

ANEJO 10. ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

**CAMPAÑA DE 25 DE MAYO DE 2016 EN ZONA DE LA INTERSECCIÓN DE CASAS DE
DON PEDRO - TALARRUBIAS.**

CARRIL IZQUIERDO



CARRIL IZQUIERDO (-P.K.) Zona de la intersección de Casas de Don Pedro - Talarrubias

