

ID 2474

Descarrilo

División DP km. 346.400
entre Olavarría y Pourtalé

Tren S.O.F.S.E. N°333

Loc. A916

08/03/2022

PRELIMINAR

Seguridad Ferroviaria

FEPSA

Evidencias

– Análisis de Entorno:

- ✓ El descarrilo ocurre en horas de la madrugada, a priori sin problemas de visibilidad.
- ✓ En imágenes aéreas de la zona del evento y adyacencias, se distingue acumulación de agua en campos y zona de vía, aunque por lo verificado en campo, dichas acumulaciones eran de escasa profundidad
- ✓ En las últimas 24 horas previas al evento se registraron precipitaciones en la zona con promedios de 20 mm. El día 24/02/2022 se registraron lluvias por 30 mm. Según datos hallados, en Febrero precipitaron 80 mm totales y en Enero 112 mm (*)
- ✓ Las lluvias promedio por mes para la ciudad de Olavarría (distante 10kms del sitio) son:

Parámetros climáticos promedio de Olavarría (1988–2017).													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Precipitación total (mm)	107.9	101.2	121.2	75	49	38.5	34.8	44.5	55.3	94.1	83.4	96.1	901

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Considerando lo anterior, las lluvias registradas en los últimos meses pueden considerarse dentro de los valores normales esperables.

- ✓ En el sector del evento, en el campo lindero hacia el “norte”, hay una vivienda donde se percibe se realizan actividades de cría de porcinos, lo cual eventualmente puede implicar presencia de factores antrópicos en zona de vía (personas, animales o elementos varios).

(*) Fuente:

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/olavarr%c3%ada_argentina_3842670?fcstlength=1m&year=2022&month=1

Evidencias

– Análisis de Circulación:

Analizando los datos del reporte de la locomotora en SCT (Sistema de Control de Tráfico FEPSA), para los instantes finales de la circulación previa al descarrilo (ver referencias en ilustración de página siguiente), se tiene que:

- El último punto con velocidad “similar a los registros anteriores” corresponde a aquél cuando la locomotora pasa, a 88 km/h (exceso sobre la máxima permitida de 80 km/h), por el sector donde se encuentran los “árboles” en la margen sur de la zona de vía (sector donde se encuentran los potenciales Puntos de Inicio de Descarrilo (“PID”), tal como se explica más adelante). Esto se encuentra a 175 metros de donde finalmente queda detenida la locomotora.
- 70 metros después del punto indicado en el ítem anterior, la velocidad de la Loc. era de 76 km/h.
- El siguiente punto registrado se encuentra a 65 metros del anterior, 12 metros después del inicio de la alcantarilla, donde la velocidad de la locomotora era de 64 km/h.
- Hasta este momento hay una disminución de la velocidad “gradual” (24 km/h en 135 metros y 6 segundos).
- El siguiente punto registrado se encuentra a 24 metros del punto anterior, con la locomotora circulando a 38 km/h.
- Finalmente, 18 metros después, la locomotora ya se encuentra totalmente detenida.
- En resumen, la velocidad de la formación varió desde 88 a 0 km/h en 175 metros y 16 segundos aproximadamente.
- En términos de temporalidad, el tiempo transcurrido entre cada uno de los puntos detallados en los ítems precedentes es de 3 segundos.

Locomotora – Posición y Velocidad- Zona Descarrilo



Los puntos representados por flechas indican el sentido de circulación y la velocidad en km/h de la locomotora en las respectivas posiciones, siendo éstos datos medidos y reportados cada tres segundos.

Evidencias

– Análisis de la Infraestructura:

En base a lo visto en relevamiento en campo, tanto en las inmediaciones de los puntos con indicios de ser potenciales “PID” (Puntos de Inicio de Descarrilo), como en las adyacencias aguas arriba y abajo del de la formación, lo informado por VyO y lo relevado en sistema SCT, se tienen los siguientes hallazgos y evidencias:

- ✓ Se trata de vía montada en piedra, sobre terraplén elevado, con rieles soldados (a 36 metros) y fijaciones mayormente de tipo elástico. Carga de balasto por sobre el nivel del durmiente en los extremos de los mismos.
- ✓ Se tomaron mediciones de trocha en diversos puntos a ambos lados de la formación descarrilada obteniendo resultados satisfactorios con respecto a las normas establecidas vigentes.
- ✓ Se realizaron ensayos de capacidad portante del terraplén, por el método del “penetrómetro”, obteniéndose resultados satisfactorios.
- ✓ En el período comprendido entre el 01/02/2022 y el momento del descarrilo se realizaron 10 recorridas de patrullaje (tareas habituales de inspección de la Vía por parte del sector responsable de su mantenimiento)
- ✓ El último patrullaje del sector se realizó el día 03/03 a las 10:10hs circulando desde Lamadrid hacia Olavarría, y luego en sentido inverso a las 11:47hs, sin reportar novedades.
- ✓ En ninguno de los patrullajes citados anteriormente se detectaron anomalías o defectos en la vía. Este se verifica pues no se registraron precauciones temporales de velocidad ni boletines de trabajo de VyO en el sector del evento.
- ✓ Según los registros del Departamento de VyO y de Control de Trafico Spurr de FEPSA, para el tramo en análisis y como mínimo en los últimos 5 años, no hay antecedentes de desplazamientos de vía, rieles rotos, juntas rotas o golpeadas, ni otros descarrilos, ni precauciones (reducción de velocidad máxima permitida) ni reportes de “novedades” por parte del personal de conducción de los trenes que corren por el lugar.

Evidencias

– Análisis de la Infraestructura:

- ✓ Analizada la planialtimetría de la vía, el descarrilo ocurre en un tramo con pendiente “en contra”, con rampa del orden del 1.5 ‰.
- ✓ El tramo al que pertenece el sector donde ocurrió el descarrilo, comprendido entre Olavarría y Lamadrid, es una vía de poca “solicitud”, con baja densidad/frecuencia de circulación de trenes. En el período comprendido entre el 08/12/2021 y el 08/03/2022 (últimos 3 meses) han circulado solo 10 trenes de carga y 72 trenes de pasajeros, lo que implica un promedio diario menor a 1 tren circulando por el sector. Esto disminuye la degradación y favorece la conservación de las condiciones de vía.
- ✓ El día anterior al del evento la temperatura máxima registrada en la zona (Olavarría) fue de 28°. Considerando que este tramo de vía bajo análisis no presentó anomalías en su geometría atribuibles a esfuerzos de origen térmico aún en momentos de mayores temperaturas ambiente, como las acontecidas durante la ola de calor extrema de Enero 2022 con máximas en el orden de 40° (*) (validado esto por la no existencia de reportes de novedades tanto de los trenes que circularon por el sector, como por los patrullajes de VyO FEPSA), se considera que con una temperatura de 28° tampoco deberían ser esperables tales alteraciones geométricas.

(*) Fuente: Datos históricos de Estación Olavarría (Aeropuerto) del Servicio Meteorológico Nacional

Evidencias

– Análisis de la Infraestructura:

- ✓ En la última Auditoria e Inspección de Infraestructura por parte de CNRT del tramo Olavarría – Saavedra, realizada por CNRT en Junio de 2018 (informada mediante Nota CNRT NO-2018-32324261-APN-GCTF#CNRT) la Autoridad no detalla observaciones particulares sobre el estado de la vía para el tramo donde ocurre el evento. Sí realizó algunas observaciones menores y genéricas para el tramo comprendido entre los kms 333,270 y el 386,000 (descarrilo ocurrió en km 346.4) destaca como “Detalles Más Significativos de la Estructura” a “Algunos durmientes cruzados – Presencia de malezas”.
- ✓ Del informe CNRT no hay ninguna mención a que la vía auditada no se encuentre en condiciones para la circulación de trenes de pasajeros para la velocidad determinada en Itinerario
Desde la fecha de dicha Inspección hasta este evento en análisis, no se registraron eventos ni novedades que supongan un cambio en las condiciones del tramo de vía. Sumado a la baja densidad mencionada
- ✓ Según Tráfico y VyO se hizo un viaje de prueba con SOFSE, pero no existen registros formales del resultado de la misma.
- ✓ SOFSE no ha reportado ningún inconveniente en la infraestructura en el tramo en cuestión.

Por todo lo anterior, se concluye que las condiciones de vía en el sector concuerdan con los niveles de prestación establecidos por FEPSA tanto para trenes de carga como de pasajeros, y que respecto de éstos no han existido objeciones por parte de CNRT y SOFSE.

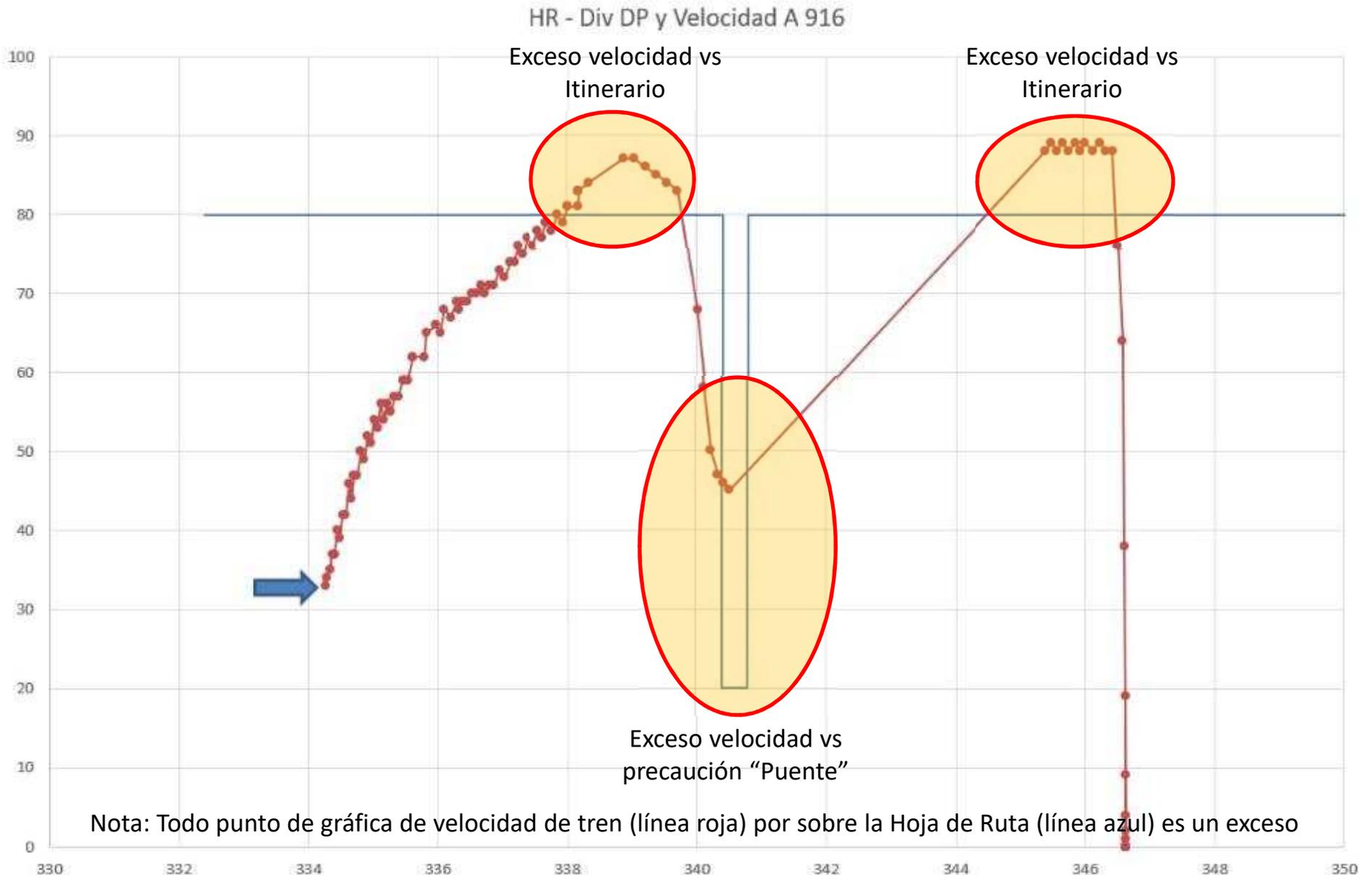
Evidencias

– Análisis de la conducción:

Analizando los datos del reporte de la locomotora, y del SCT, se tiene que:

- Para la circulación dentro de la Concesión FEPSA:
 - ✓ Analizando específicamente los últimos 12 km recorridos por la formación (11 minutos antes del descarrilo), el primer dato reportado de velocidad dentro de la concesión de FEPSA es de 33 km/h, resultando ser la velocidad más baja registrada a lo largo de todo el recorrido. A continuación va aumentando hasta alcanzar 87 km/h (6 minutos y 7.6 km aprox antes del descarrilo), excediendo la velocidad máxima de hoja de ruta (80km/h).
 - ✓ Luego se percibe una disminución brusca de la velocidad, alcanzando los 45 km/h (5 minutos y 6 km antes del descarrilo aprox.). Dicha disminución de la velocidad pareciera corresponder a la aproximación al Puente del Arroyo Tapalqué, el cual cuenta con una precaución permanente de 20 km/h, la cual fue claramente excedida.
 - ✓ El siguiente punto registrado, es a 45 segundos del descarrilo (1.1 km), manteniéndose una velocidad promedio hasta la ocurrencia del mismo de 88 km/h (máximo 89), siendo la velocidad de hoja de ruta de 80 km/h.
 - ✓ Según itinerario, el tren en cuestión (Tren N°333) debe salir de Olavarría hacia Bahía Blanca a las 02:50hs, habiéndolo hecho a las 05:05 aprox., configurando esto una demora de algo más de 2 horas. Según indicaciones de pasajeros y medios, dicha demora fue ocasionada por una manifestación a poco de salir la formación de Plaza Constitución.

Hoja de Ruta, Posición & Velocidad (FEPSA)



Evidencias

– Análisis de la conducción:

- No se dispone aún de datos de registrador de eventos de la locomotora para analizar eventuales aplicaciones de freno, maniobras bruscas, etc. Tampoco se dispone de registro de video de la locomotora (trompa y/o interior cabina), en virtud que es una Locomotora ajena a FEPSA, y no se han recibido ni por parte de SOFSE ni por vía judicial.
- En el período comprendido entre el 01/02/2022 y el momento del descarrilo sólo circularon por el sector trenes de pasajeros (31 trenes) y las camionetas de VyO en las tareas habituales de patrullaje antes citadas.
- Entre la circulación del último patrullaje y el tren que descarriló circularon 3 trenes de pasajeros. El último tren inmediato anterior fue el de Loc. A-908, desde Lamadrid hacia Olavarría, pasando por el sector el día 07/03 a las 03:30hs.
- Los trenes de pasajeros citados en el punto anterior no reportaron novedades respecto a anomalías detectadas en la vía a su paso por el sector (tampoco en otros tramos de su recorrido por Div. DP).
- El Personal de Conducción a cargo del tren descarrilado circuló por el sector del siniestro el día anterior, con el tren de pasajeros previo (en sentido opuesto), sin reportar novedades. Respetaron la velocidad del sector donde ocurre el descarrilo, lo cual es prueba que conocían la velocidad máxima permitida en el mismo.
- Analizando las velocidades de circulación de los trenes del período referido antes, se concluye que en general se respeta la velocidad máxima de 80 km/h vigente para el sector.

Evidencias

– Análisis del Material Rodante:

- ✓ Revisada la formación (locomotora + coches) no se encuentran evidencias visibles de problemas en el perfil del rodado de los vehículos que la componen, ni marcas en las ruedas, en especial compatibles con frenadas bruscas y/o de emergencia.
- ✓ MR Fepsa realizó medición de rodado tanto en la Locomotora como en todos los vagones, obteniéndose resultados dentro de parámetros aceptables.
- ✓ La locomotora A916 estaba realizando su primer circulación (nunca antes había ingresado a corredor de FEPSA) dentro de la red concesionada a FEPSA.
- ✓ En las ruedas del 1er bogie de la locomotora no se encuentran signos de haber circulado descarrilado sobre el balasto (no hay picado/pitting en la banda de rodadura).
- ✓ Tanto en las ruedas del 2do bogie de la locomotora como en todas las ruedas de los coches descarrilados, sí se hallan signos de haber circulado descarrilado.
- ✓ No se encuentran rastros de elementos desprendidos de los vehículos que no sean compatibles con roturas provocadas por el evento.

Evidencias

– Análisis del Material Rodante:

- ✓ Se distinguen coches, tanto en los encarrilados como en los descarrilados, que no cuentan con los amortiguadores laterales anti-lazo colocados, si existiendo la soportería para tal fin.
- ✓ Cada coche está preparado para montar 4 amortiguadores, 2 por bogie, 1 en cada lateral del mismo.
- ✓ Se identifican 5 coches que los tienen colocados completamente, y 7 coches que no tienen ninguno.
- ✓ En algunos vagones se encuentran evidencias que podrían sugerir que en el pasado los amortiguadores han estado colocados, pero actualmente no se encuentran en los vagones.
- ✓ El faltante de los amortiguadores (ya sea en aquellos coches con signos de haberlos tenido alguna vez o en aquellos que parecieran no haberlos tenido nunca) no es atribuible a roturas producidas en el descarrilamiento, pues existen vagones que no descarrilaron con igual faltante (3 coches).
- ✓ Se verifica en el Sitio Web del fabricante de los coches, que la velocidad máxima de circulación para las condiciones de diseño es de 160 km/h, para todos los coches. En campo se encontró que en la formación hay coches con indicación de velocidad máxima 120 km/h y otros 160 km/h, sin conocerse argumentos para dicha limitación de velocidad.
- ✓ Existen coches limitados a 120 km/h con amortiguadores antilazo instalados, y otros que no los tienen (ejemplo FS013 no los tiene y el CPA040 sí los tiene, ambos con indicación de 120 km/h).

Detalle de Formación

Posición	ID	Tipo Vehículo	Estado	Amortiguación lateral "anti-lazo"	Velocidad Máxima Indicada en lateral
0	A916	Locomotora	Descarrilada 2do bogie	N/A	N/A
1	FS013	Furgón Servicio	Descarrilado	No	120 km/h
2	PUA025	Pullman	Volcado	No	120 km/h
3	PUA039	Pullman	Descarrilado	Si	160 km/h
4	PUAD014	Pullman	Descarrilado	No	160 km/h
5	CR004	Comedor	Descarrilado	No	120 km/h
6	CPA040	Primera	Descarrilado	Si	120 km/h
7	CPA004	Primera	Descarrilado	No	120 km/h
8	CPA014	Primera	Descarrilado 1er bogie	No	120 km/h
9	CPA072	Primera	Encarrilado	Si	160 km/h
10	CPA087	Primera	Encarrilado	Si	160 km/h
11	CDA004	Dormitorio	Encarrilado	No	120 km/h
12	FG009	Furgón Generador	Encarrilado	Si	120 km/h

Amortiguadores laterales antilazo: presencia y ausencia



Evidencias

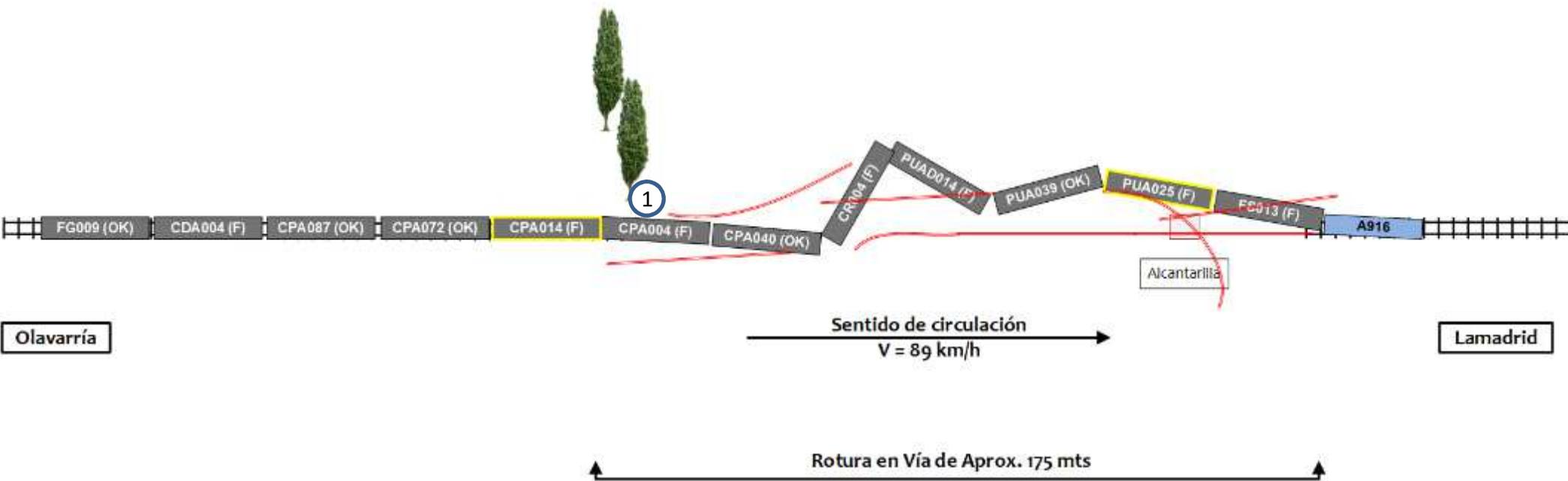


Bastidor Coche CDA004 – Evidencias de montaje previo de amortiguadores laterales antilazo

Hipótesis Causas del Descarrilamiento

Hipótesis Causas del Descarrilamiento

Croquis (con rieles)



- ✓ Los segmentos rojos representan los rieles en sus posiciones finales aproximadas.
- ✓ El "1" indica la ubicación probable del "PID" (Punto Inicio Descarrilo).

Hipótesis Causas del Descarrilamiento

Croquis (con rieles) - Referencias

- ✓ Los segmentos rojos representan los rieles en sus posiciones finales aproximadas.
- ✓ El "1" indica la ubicación probable del "PID".
- ✓ Destacado en "amarillo PCA014"- Es el último vehículo descarrilado de la formación.
- ✓ Destacado en "amarillo PUA025" (coche volcado).
- ✓ Destacado en "azul" – A916 (Locomotora modelo GT 22).
- ✓ La leyenda "F" u "OK" indica si el respectivo coche tiene o no instalados los amortiguadores laterales "antilazo".

Hipótesis Causas del Descarrilamiento

Montado de rueda sobre el riel y caída fuera de trocha

- a) Marcas en el riel lado izquierdo, de montado de al menos 2 pestañas de ruedas sobre la cabeza del riel y circulación diagonal por la cabeza del hongo.
- b) Posición relativa de los rieles con respecto a las ruedas de los coches PUA025 y FS013 (estarían entre los pares montados).
- c) No hay rieles que rodeen la formación descarrilada (ie, que estén “por fuera” de los vagones, esperable en casos de apertura)
- d) Exceso de velocidad.
- e) Falta de amortiguadores laterales “antilazo” en 7 de los 12 vagones de la formación incluyendo el PUA 025 y el FS 013.
- f) Golpes de coches en mampostería de lateral izquierdo de la alcantarilla.
- g) Falta de acceso a Registrador de evento y Testimonio del PdeC (para verificar posible frenada, etc) y su trayectoria en los segundos del descarrilo,

Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Marcas en “riel izquierdo” - Posición del mismo luego del evento



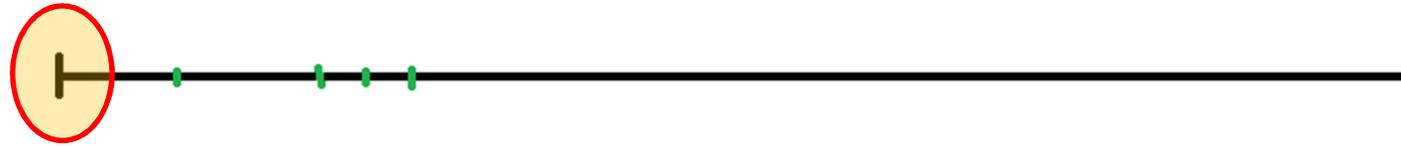
Las flechas indican la dirección de la formación (hacia Lamadrid)

Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Punto "2" del Croquis. Junta de Rieles debajo de coche CPA004, unos 10 metros en avance luego de "árboles"



Sentido de Avance



- 1) a 1 metro de punta de riel
- 2) a 4 mts de punta de riel
- 3) a 5,5 mts de punta de riel
- 4) a 6 mts de punta de riel



Marcas en "riel izquierdo" – Fotos enmarcadas en verde serían compatibles con pestañas de ruedas que se han montado el riel hacia la izquierda y que caen del otro lado del mismo.

Montado de Rueda en Riel - Evidencias



Punto N° 2 Marcas “riel izquierdo” – posible montada de una primer rueda.

Montado de Rueda en Riel - Evidencias



Punto N°3 Marcas presión entre la primera y segunda marca de posibles ascensos de pestañas sobre el riel

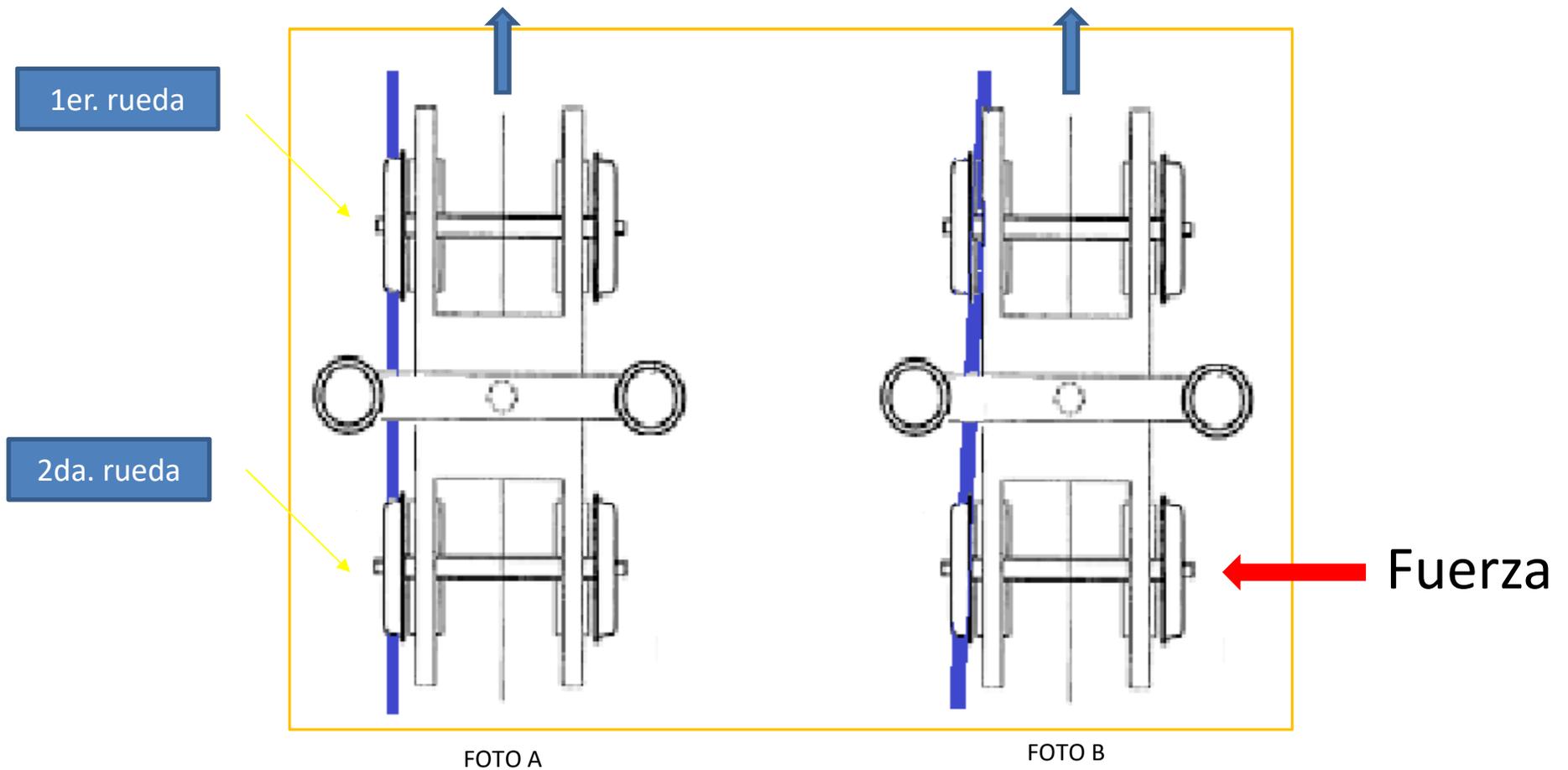
Montado de Rueda en Riel - Evidencias



Punto N°4 Marcas “riel izquierdo” – posible montada de una segunda rueda.

Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Explicación de las marcas del Riel Izquierdo



Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Explicación de las marcas del Riel Izquierdo

Analizando las marcas encontradas en las proximidades del lado “norte” de dicho riel (punto 1 -Ver Croquis con rieles) se explica el mecanismo que probablemente le dio origen a las mismas. Para ello antes se debe observar las fotos A y B del slide anterior donde:

- ✓ En la foto A se representa un bogie de un tren de pasajeros con suspensión neumática (similar a los presentes en el evento) visto desde arriba y con su riel izquierdo representado en color azul, en la posición esperable. (bogie encarrilado).
- ✓ En la foto B se representa el mismo bogie pero con una rueda (delantera izquierda) que ya montó el riel izquierdo y pasó por encima del mismo a medida que el vehículo avanza (bogie descarrilado).

Explicación: A medida que avanzó la formación hacia Lamadrid y por algún motivo y en las cercanías del punto 1 (Ver- Croquis con Rieles), una primer rueda izquierda del bogie probablemente del coche PUA025, montó el riel izquierdo dejando una huella, luego debido a la fuerza lateral que esto generó (bogie en “falsa escuadra”), la segunda rueda es la que puede haber provocado la marca de “arrancón” de viruta en el riel, como primer intento de querer montar el riel, hasta que luego finalmente lo logró, dejando entonces la segunda marca, distante de la primera aproximadamente 2 mts.

Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Análisis de posición final – Riel izquierdo



FOTO A



FOTO B

Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Análisis de posición final – Riel izquierdo

Observando la posición en que quedó el riel izquierdo luego del descarrilamiento (Foto A y Foto B del Slide anterior) surge que:

- El riel presenta una curvatura hacia la izquierda en sentido de marcha del tren.
- La posición final de su extremo lado Lamadrid sugiere estar delante del primer bogie del coche CRA004, luego del descarrilo. (la Foto B muestra la proyección del mismo ya que en realidad este riel quedo enterrado / sumergido luego del descarrilo).
- El riel presenta su junta lado Olavarría, con bulones de las eclisas cuyo mecanismo de rotura parecería ser compatible con un esfuerzo de tracción (Ver foto Slide siguiente)
- El riel presenta marcas particulares sobre su flanco interno y cara superior del hongo en las cercanías de su extremo lado Olavarría (ver – “Análisis de marcas - riel izquierdo”).

Estas situaciones proveen evidencias de que:

- ✓ Por un lado existió una fuerza lateral que desplazó al riel hacia la izquierda, la cual fue generada muy probablemente por el coche CRA004 cuando se produjo su giro intempestivo hacia su lado izquierdo (disipación de energía al frenarse la cabeza de la formación).
- ✓ Por otro lado, para que esta deformación se produzca, es necesario que el mismo riel deba estar sujeto/fijado desde su extremo lado Olavarría (cercano al PID), caso contrario no sería posible explicar tal torcedura. Lo cual muestra que la vía estaba muy bien fijada para soportar dichos esfuerzos.
- ✓ El hecho de observar marcas asimilables a montadas de ruedas (ver – Análisis de Marcas del riel izquierdo) también demuestra que para poder hacerlas, debe existir un grado de resistencia lateral (fijación del riel al durmiente) lo suficientemente alta como para soportar tal montaje de las ruedas, a la velocidad a la cual se produjo (89 km/h), sin que la vía “se abra”.

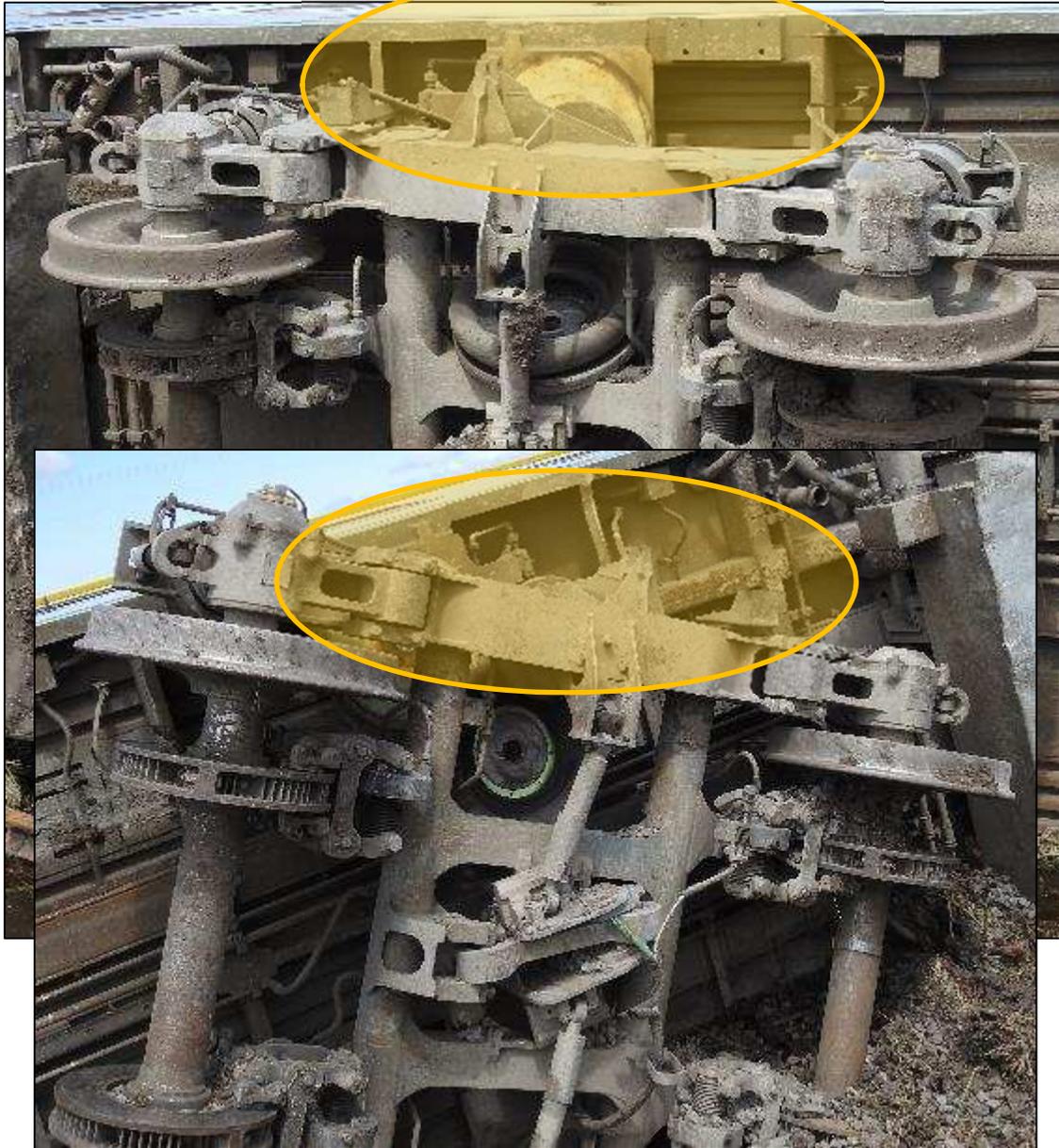
Montado de Rueda en Riel - Evidencias

Análisis de posición final – Riel izquierdo



Eclisa externa del riel izquierdo analizado, ubicada debajo del coche CPA004 luego del evento.

Montado de Rueda en Riel - Evidencias



Amortiguadores laterales anti-lazo: ausencia en coches FS013 y PUA025



Hipótesis Causas del Descarrilamiento

- Conclusiones -

Analizando las evidencias, la trayectoria y las posiciones finales esperables de la formación, comparándolos con el escenario hallado en campo el día 08/03, se verifica que sería compatible con el provocado por un montado de ruedas sobre el riel izquierdo y el desplazamiento lateral de la formación hacia su izquierda.

Por consiguiente, a continuación se procede a desarrollar la posible secuencia de hechos que explicarían el descarrilo provocado por el montado de una rueda sobre el hongo del riel izquierdo.

Hipótesis Causas del Descarrilamiento

Secuencia Hechos – Montado de Rueda sobre Riel

1. En proximidades del punto 1 (ver Croquis con rieles) por una concurrencia de causas, una rueda “izquierda”, presumiblemente del coche PUA025, montó sobre el riel izquierdo y cayó del otro lado, y como consecuencia de ello y del terraplén elevado, la formación se comienza a desplazar hacia la izquierda.
2. Las ruedas derechas de este mismo coche (1ero en descarrilar) podrían haber comenzado a romper durmientes, perdiéndose así la trocha, y los coches que le siguieron fueron desplazándose cada vez más a la izquierda, en el sentido de marcha.
3. Llegando a la alcantarilla, la Locomotora pasa sin impactarla (no se puede determinar si su 2do bogie ya estaba descarrilado en ese momento). El coche FS013 llega a la alcantarilla totalmente descarrilado, pasando su primer bogie sin golpear contra la misma, pero no así su 2do bogie (hay evidencias de impacto). También hay marcas que su cilindro de freno lado izquierdo golpea pilar de alcantarilla.
4. Estos dos primeros vehículos (Loc. A916 y FS013) habrían sido “arrastrados/descarrilados” por los esfuerzos transmitidos por el coche PUA025, el cual en este sector ya se encontraba totalmente descarrilado, “rotando lentamente” hacia su izquierda por la altura del terraplén, hasta que finalmente se tumba, habiendo golpeado el desagüe de la alcantarilla.
5. Este último evento produce la desaceleración abrupta de la “cabeza” del tren, lo cual ante el empuje de “cola” del mismo por la inercia del movimiento, provoca los movimientos bruscos finales que terminan con la disposición de la formación en “zig zag”.

Hipótesis Causas del Descarrilamiento

Comentarios finales

- Un exceso de velocidad de la formación tiene como una de sus posibles consecuencias un aumento del movimiento de lazo de los vehículos, lo que se traduciría en mayores esfuerzos laterales sobre los rieles, que generarían una variación/"desequilibrio" en la relación de los esfuerzos laterales y verticales (relación V/L). Junto con mayores recorridos verticales de la rueda por la amortiguación.
- La falta de los amortiguadores antilazo en algunos coches de la formación (en particular el PUA025 y el FS013) podrían limitar la capacidad de sus bogies de compensar/amortiguar el movimiento de lazo. Adicionalmente, la literatura consultada sobre dichos amortiguadores indica que la falta/falla de estos amortiguadores sería un factor con capacidad para provocar un descarrilamiento de esta naturaleza. Claramente este tipo de bogies moderno requiere de esos amortiguadores.
- Una disminución abrupta de la velocidad (frenada), podría también haber provocado esfuerzos de compresión que provocarían la reducción de la carga vertical V, y por ende, la variación /"desequilibrio" en la relación de los esfuerzos laterales y verticales (relación V/L). Este punto podría verificarse teniendo acceso al registrador de eventos.
- Problema en sistema de suspensión primaria y/o secundaria del coche: Literatura consultada hace referencia a que problemas en dichos sistemas, generarían una variación/"desequilibrio" en la relación de los esfuerzos laterales y verticales (relación V/L). No hay evidencias de este problema.