



PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE LA NAP 2-0-1.4

NORMA ADIF PLATAFORMA

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE COLAPSO DE ESTRUCTURAS POR IMPACTOS DE VEHÍCULOS FERROVIARIOS DESCARRILADOS

1ª EDICIÓN: JUNIO 2023

INFORME DE MODIFICACIÓN DE LA NORMA ADIF PLATAFORMA	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE COLAPSO DE ESTRUCTURAS POR IMPACTOS DE VEHÍCULOS FERROVIARIOS DESCARRILADOS	COMITÉ DE NORMATIVA	
NAP 2-0-1.4 ED1	ABRIL 2025	Pág. 1 de 31

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-112. Estructuras.

Propone:



Grupo de trabajo GT-112
Fecha: 30 de abril de 2025

ÍNDICE DE CONTENIDOS
PÁGINA

1.- OBJETO	4
2.- MODIFICACIONES SOMETIDAS A FASE DE CONSULTA	4
2.1.-MODIFICACIÓN 1: MATIZACIÓN ÁMBITO DE APLICACIÓN	5
2.2.-MODIFICACIÓN 2: APLICACIÓN A LA FÓRMULA DEL CÁLCULO DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE EVENTOS PELIGROSOS Y NUEVO ESQUEMA	6
2.3.-MODIFICACIÓN 3: VALORES LÍMITE DE LAS PROBABILIDADES DE FALLO	9
2.4.-MODIFICACIÓN 4: ACTUALIZACIÓN DE LA NORMATIVA DE REFERENCIA	11
2.5.-MODIFICACIÓN 5: CAMBIO EN MEDIDAS DE MITIGACIÓN. ANEXO 1	15
2.6.-MODIFICACIÓN 6: MATIZACIONES Y AMPLIACIÓN DEL ANEXO 2 CON EL APARTADO 3	19
2.7.-MODIFICACIÓN 7: ERRATA EN ANEXO 3	29
2.8.-MODIFICACIÓN 8: NUEVO ANEXO 5	29

1.-OBJETO

El presente documento tiene por objeto someter a fase de consulta una modificación a la Norma NAP 2-0-1.4. "METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE COLAPSO DE ESTRUCTURAS POR IMPACTOS DE VEHÍCULOS FERROVIARIOS DESCARRILADOS". 1ª EDICIÓN. JUNIO 2023.

Si como resultado de este proceso, finalmente se modificara la norma antedicha, ésta se publicará íntegramente, incluyendo las modificaciones que correspondan, y será codificada como NAP 2-0-1.4_ED1+M1.

2.-MODIFICACIONES SOMETIDAS A FASE DE CONSULTA

Las modificaciones realizadas en la Norma son las siguientes:

Nº de modificación	Modificaciones	Puntos Revisados
1	Se matiza el ámbito de aplicación.	3
2	Se añade una aplicación a la fórmula del cálculo de probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y un nuevo esquema.	4.1.1
3	Valores límite de las probabilidades de fallo.	4.2.2
4	Actualización de la normativa de referencia.	7
5	Modificación en medidas de mitigación.	ANEXO 1
6	Matizaciones y ampliación del anexo 2 con el apartado 3.	ANEXO 2
7	Error en fórmula.	ANEXO 3
8	Nuevo anexo 5.	ANEXO 5

A continuación se incluye el texto original de la NAP 2-0-1.4_ED1 seguido de la modificación propuesta, en cursiva:

2.1.-MODIFICACIÓN 1: MATIZACIÓN ÁMBITO DE APLICACIÓN

Texto original:

3.-ÁMBITO DE APLICACIÓN

[...]

La aplicación de la metodología es independiente de la longitud o número de elementos estructurales (a lo largo del eje de la vía) salvo que, dicho elemento, forme parte de túneles, túneles artificiales y otras estructuras que no estén soportados por pilares, las cuales quedan excluidas del ámbito de aplicación.

En el anexo 1 se recogen las medidas de mitigación que pueden generar una reducción en la probabilidad de ocurrencia del evento peligroso o las consecuencias.

[...]

Texto propuesto:

3.-*ÁMBITO DE APLICACIÓN*

[...]

*La aplicación de la metodología es independiente de la longitud o número de elementos estructurales (a lo largo del eje de la vía) salvo que, dicho elemento, forme parte de túneles, túneles artificiales y otras estructuras **similares**, las cuales quedan excluidas del ámbito de aplicación.*

La metodología podría ser aplicable a la evaluación de posibles impactos sobre estribos de pasos superiores en caso de no utilizarse otro código práctico.

En el anexo 1 se recogen las medidas de mitigación que pueden generar una reducción en la probabilidad de ocurrencia del evento peligroso o las consecuencias.

[...]

2.2.-MODIFICACIÓN 2: APLICACIÓN A LA FÓRMULA DEL CÁLCULO DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE EVENTOS PELIGROSOS Y NUEVO ESQUEMA

Texto original:

4.1.1.-CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS EVENTOS PELIGROSOS.

[...]

$$d[m] = \frac{V[km/h]^2}{80}$$

El valor de la velocidad de cálculo se obtendrá a partir del Cuadro de Velocidades Máximas oficial del tramo, en función del tipo de tren (considerando los trenes de mercancías como tipo N y los trenes de pasajeros como tipo A o B según corresponda).

En todo caso, el valor de la velocidad adoptada en el cálculo deberá trasladarse como restricción de uso de la vía que sea objeto de evaluación de tal forma que, para aumentarla será necesario la aplicación del método común de seguridad de evaluación y valoración del riesgo (MCS EVR) al cambio de explotación con carácter previo a la adopción del mismo.

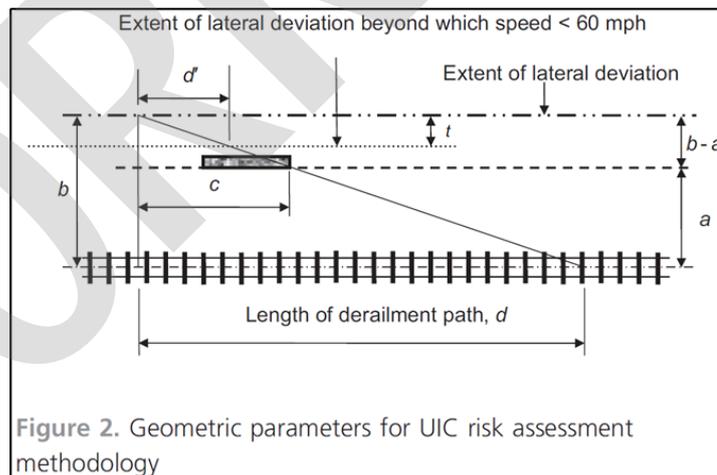
[...]

Para vía doble:

$$P2 = \left\{ \left[\frac{(b-a)}{b} \right]^2 + \left[\frac{(b-(a+4,2))}{b} \right]^2 \right\} \cdot 0,25 \cdot \frac{c}{d}$$

[...]

Esquema general de la metodología:



A continuación, se incluye un esquema de los diferentes factores que influyen el cálculo de las probabilidades (“Assessing the risk to railway structures from train impact”, John Lane y Kevin Thompson, 2014):

Nota: las unidades de velocidad (mph) son una errata, se puede comprobar como en la ficha UIC 777-2R se cita de manera expresa el valor de 60 km/h.

Glosario de términos:

Geometric parameters for UIC risk assessment methodology: Parámetros geométricos de la metodología de evaluación de riesgos de la UIC.

Extent of lateral deviation beyond wich speed <60 mph: extensión de la desviación lateral con velocidad <60 km/h.

Extent of lateral deviation: extensión de desviación lateral.

Length of derailment path: Longitud recorrida por el tren descarrilado.

Texto propuesto:

4.1.1. -CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS EVENTOS PELIGROSOS.

[...]

$$d[m] = \frac{V[km/h]^2}{80}$$

Esta misma fórmula será empleada para determinar si el aparato de vía (desvíos, escapes, travesías cambiadores de hilo y dobles diagonales) está en la zona de influencia del elemento estructural objeto de estudio y así emplear la tasa de descarrilamiento correspondiente (plena vía o presencia de aparatos) de la tabla 1. Para ello, la distancia obtenida con la fórmula será comparada con la existente entre el aparato de vía y la estructura. Dicha distancia se medirá desde el elemento más cercano a la estructura de los dos siguientes:

- a) La junta de contraaguja (JCA).*
- b) El talón del cruzamiento.*

En esta norma no se considerarán como aparatos de vías las encarriladoras, aparatos de dilatación y calces descarriladores.

El valor de la velocidad de cálculo se obtendrá a partir del Cuadro de Velocidades Máximas oficial del tramo, en función del tipo de tren (considerando los trenes de mercancías como tipo N y los trenes de pasajeros como tipo A o B según corresponda).

Para los trenes de mercancías la velocidad de cálculo no podrá ser superior a la definida en el apartado 1.5.1.20. (Masa, longitud, velocidad máxima y capacidad de frenado de los trenes) del Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria.

Como criterio general y, a falta de datos, la velocidad de los trenes de mercancías deberá ser, en todo caso, inferior o igual a 120 km/h.

En todo caso, el valor de la velocidad adoptada en el cálculo deberá trasladarse como restricción de uso de la vía que sea objeto de evaluación de tal forma que, para aumentarla será necesario la aplicación del método común de seguridad de evaluación y valoración del riesgo (MCS EVR) al cambio de explotación con carácter previo a la adopción del mismo.

[...]

Para vía doble:

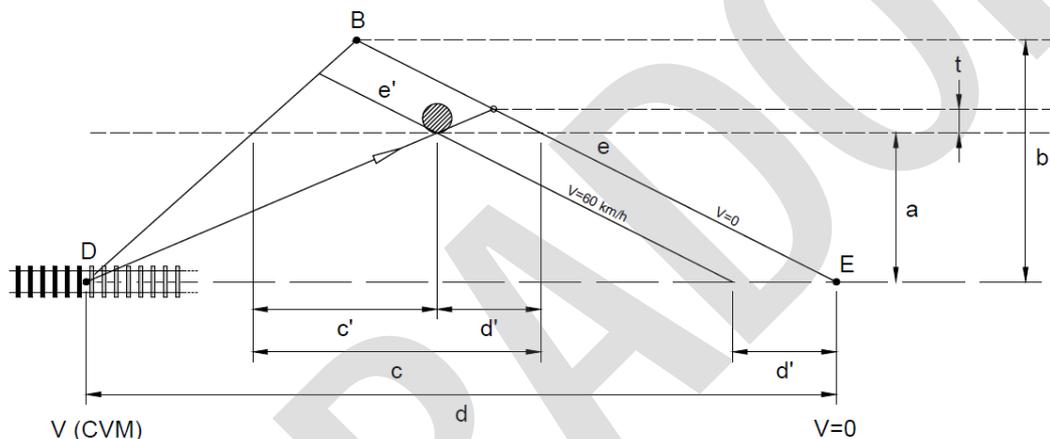
$$P2 = \left\{ \left[\frac{(b-a)}{b} \right]^2 + \left[\left(\frac{b-(a+\text{entreeje})}{b} \right) \right]^2 \right\} \cdot 0,25 \cdot \frac{c}{d}$$

Entreeje: es la distancia entre ejes de vías (a falta de datos la ficha UIC 777-2R recomienda un valor de 4,2 metros).

[...]

Esquema general de la metodología:

A continuación, se incluye un esquema de los diferentes factores que influyen el cálculo de las probabilidades:



³ Nota: En esta figura aparecen otras variables auxiliares, además de las consideradas en las fórmulas, que significan:

D: punto inicial de descarrilamiento

B: punto de extremo de deriva lateral máxima

E: punto de extremo de deriva lateral mínima

c': longitud de las paralelas al eje de la vía en el intervalo «a» (y que representa una longitud parcial de «c»). En este segmento de longitud «c'», la velocidad del tren que descarrila es aún de $V > 60$ km/h. $c' = c - d'$

e: Unión de los puntos «B» y «E», correspondientes a los puntos de extremo de las huellas de descarrilamiento ($V = 0$ km/h).

e': Unión de todos los puntos que representan las huellas de descarrilamiento donde $V = 60$ km/h (paralelas a la línea «e» en el intervalo «d'» sobre el eje de la vía).

2.3.-MODIFICACIÓN 3: VALORES LÍMITE DE LAS PROBABILIDADES DE FALLO

Texto original:

4.2.2.-ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL RIESGO PARA LOS USUARIOS DE LA ESTRUCTURA

[...]

A continuación, se fijan los valores límite de las probabilidades de fallo (ver la justificación de los valores en el Anexo 2 y 3):

Tipo de estructura	P_f , máx. admisible
Paso superior existente ferroviario (puente de FFCC sobre vía de FFCC)	1,00E-6
Paso superior existente de alta capacidad (autopistas y autovías)	1,00E-6
Paso superior existente de media capacidad (IMD > 50)	1,00E-5
Paso superior existente de baja capacidad (IMD ≤ 50)	1,00E-4
Edificios existentes densamente ocupados con $A_{col} \geq 10.000 \text{ m}^2$ o sin datos sobre las consecuencias del colapso (ver anexo 3)	1,00E-6
Otros edificios	Ver anexo 3

Siendo:

A_{col} : área potencial de colapso afectada por el posible impacto contra uno o varios soportes próximos a la vía.

Texto propuesto:

4.2.2. -ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL RIESGO PARA LOS USUARIOS DE LA ESTRUCTURA

[...]

A continuación, se fijan los valores límite de las probabilidades de fallo (ver la justificación de los valores en el Anexo 2 y 3):

<i>Tipo de estructura</i>	<i>P_f, máx. admisible</i>
<i>Paso superior existente ferroviario (puente de FFCC sobre vía de FFCC)</i>	<i>1,00E-6</i>
<i>Paso superior existente de alta capacidad (autopistas y autovías)</i>	<i>1,00E-6</i>
<i>Paso superior existente de media capacidad (IMD > 1.000)</i> <i>Paso superior donde existan retenciones habituales.</i> <i>Paso superior con tránsito habitual de vehículos de transporte público (autobuses, autocares, etc.) por existir líneas de transporte regular, colegios, etc.</i> <i>Pasarela peatonal</i>	<i>1,00E-5</i>
<i>Paso superior existente de baja capacidad (IMD ≤ 1.000)</i>	<i>1,00E-4</i>
<i>Edificios existentes densamente ocupados con A_{col} ≥ 10.000 m² o sin datos sobre las consecuencias del colapso (ver anexo 3)</i>	<i>1,00E-6</i>
<i>Otros edificios</i>	<i>Ver anexo 3</i>

Siendo:

A_{col}: área potencial de colapso afectada por el posible impacto contra uno o varios soportes próximos a la vía.

2.4.-MODIFICACIÓN 4: ACTUALIZACIÓN DE LA NORMATIVA DE REFERENCIA

Texto original:

7.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

[...]

- Orden FOM/3671/2007, de 24 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en e proyecto de puentes de ferrocarril, (IAPF-07).
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- Reglamento de ejecución (UE) Nº402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.
- ADIF-PG-101-003-007-SC-031. Gestión de riesgos del sistema de gestión de seguridad en la circulación en Adif y Adif-AV.
- Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril (IAPF).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- UNE - EN 1990:2019. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE - EN 1991-1-7:2018. Acciones en estructuras. Acciones accidentales.
- UIC 777-2R. Estructuras sobre líneas ferroviarias. Requisitos de construcción para la zona de vía. (Ed 2ª, septiembre de 2002).
- NAP 2-0-0.4 ED3. Julio 2021. Pasos superiores.
- NAP 2-4-1.4. ED1+M1. Julio 2021. Inspección principal de pasos superiores sobre el ferrocarril.
- NAP 2-4-1.0. ED2. Enero 2023. Inspección principal de puentes de ferrocarril.
- ISO 2394:2015. Principios generales sobre fiabilidad estructural.
- ISO 13822:2010. Bases para el diseño de estructuras – evaluación de estructuras existentes.
- ISO 10252:2020. Bases para el diseño de estructuras – acciones accidentales.
- Handbook of RAMS in Railway Systems. Theory and Practice. Chapter 20. Target Reliability for New and Existing Railway Civil Engineering Structures. Miroslav Sykora et al. 2018.
- Assessing the risk to railway structures from train impact. John Lane y Kevin Thompson, 2014.
- Probabilistic Assessment of Existing Structures – Joint Committe on Structural Safety Report.
- Concrete for extreme conditions, Proceedings of the International Conference, University of Dundee, UK. Reliability of concrete column exposed to accidental action due to impact. Holický y Marková, 2002.
- IRS-70729 Prevention and Mitigation of Derailment.

- Derailment protection and containment for rail underbridges. Rail Industry Safety and Standards Board (RISSB) code of practice.
- Report on the findings of: Current practice and effectiveness of derailment containment provisions on high-speed lines. HSL-Zuid. Booz | Allen | Hamilton.
- Assessment of freight train derailment risk reduction measures (ERA). Det Norske Veritas.
- Reliability and risk acceptance criteria for civil engineering structures. Dimitris Diamantidis et al. 2016.
- Human safety criteria for risk-based structural design. Miroslav Sykora et al. 2018.
- Another look at risk and structural reliability criteria. V.M. Trbojevic. 2008.
- REDUCING RISKS, PROTECTING PEOPLE (R2P2). HSE's decision-making process. 2001.
- Economic and human safety reliability levels for existing structures. Steenbergen et al. 2015.
- Rail Industry Guidance Note. GCGN5612. Rail Traffic Loading Requirements for the Design of Railway Structures.
- Bridge Branch Design Information Manual. Main Roads Western Australia.
- Implementation Guidance on CSIs. ERA-GUI-02-2015.

Texto propuesto:

7.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

[...]

- *Orden FOM/3671/2007, de 24 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril, (IAPF-07). BOE.*
- *Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). BOE.*
- *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras. BOE.*
- *Reglamento de ejecución (UE) Nº402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo. BOE.*
- *Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril (IAPF). BOE.*
- *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). BOE.*
- *UNE - EN 1990:2019. Bases de cálculo de estructuras. AENOR.*
- *UNE - EN 1991-1-7:2018. Acciones en estructuras. Acciones accidentales. AENOR.*
- *ISO 2394:2015. Principios generales sobre fiabilidad estructural. AENOR.*
- *ISO 13822:2010. Bases para el diseño de estructuras - evaluación de estructuras existentes. AENOR.*
- *ISO 10252:2020. Bases para el diseño de estructuras - acciones accidentales. AENOR.*
- *UIC 777-2R. Estructuras sobre líneas ferroviarias. Requisitos de construcción para la zona de vía. (Ed 2ª, septiembre de 2002). UIC.*
- *IRS-70729 Prevention and Mitigation of Derailment. UIC.*
- *ADIF-PG-101-003-007-SC-031. Gestión de riesgos del sistema de gestión de seguridad en la circulación en Adif y Adif-AV. ADIF.*
- *NAP 2-0-0.4 ED3+M1. Enero 2024. Pasos superiores. ADIF.*
- *NAP 2-4-1.4. ED1+M1. Julio 2021. Inspección principal de pasos superiores sobre el ferrocarril. ADIF.*
- *NAP 2-4-1.0. ED3. Enero 2024. Inspección principal de puentes de ferrocarril. ADIF.*
- *Handbook of RAMS in Railway Systems. Theory and Practice. Chapter 20. Target Reliability for New and Existing Railway Civil Engineering Structures. Miroslav Sykora et al. 2018.*
- *Assessing the risk to railway structures from train impact. John Lane y Kevin Thompson, 2014.*
- *Probabilistic Assessment of Existing Structures - Joint Committee on Structural Safety Report.*

- *Concrete for extreme conditions, Proceedings of the International Conference, University of Dundee, UK. Reliability of concrete column exposed to accidental action due to impact. Holický y Marková, 2002.*
- *Derailment protection and containment for rail underbridges. Rail Industry Safety and Standards Board (RISSB) code of practice.*
- *Report on the findings of: Current practice and effectiveness of derailment containment provisions on high-speed lines. HSL-Zuid. Booz | Allen | Hamilton.*
- *Assessment of freight train derailment risk reduction measures (ERA). Det Norske Veritas.*
- *Implementation Guidance on CSIs. ERA-GUI-02-2015.*
- *Reliability and risk acceptance criteria for civil engineering structures. Dimitris Diamantidis et al. 2016.*
- *Human safety criteria for risk-based structural design. Miroslav Sykora et al. 2018.*
- *Another look at risk and structural reliability criteria. V.M. Trbojevic. 2008.*
- *REDUCING RISKS, PROTECTING PEOPLE (R2P2). HSE's decision-making process. 2001.*
- *Economic and human safety reliability levels for existing structures. Steenbergen et al. 2015.*
- *Rail Industry Guidance Note. GCGN5612. Rail Traffic Loading Requirements for the Design of Railway Structures.*
- *Bridge Branch Design Information Manual. Main Roads Western Australia.*
- *Traffic and Highway Engineering. Nicholas J. Garber et al. Fourth Edition. 2009.*
- *Study on New Mobility Patterns in European Cities. European Commission. 2022.*
- *Parque nacional de vehículos por comunidad autónoma, provincia, tipo de vehículo y tipo de carburante. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. 2023.*
- *Analyse de sécurité des éléments de construction menacés de choc. 2000. UIC. Ernst Basler & Partner AG.*
- *Safety assessment for components at risk from impact. Developments with superstructures. 1996. UIC. Ernst Basler & Partner AG.*

2.5.-MODIFICACIÓN 5: CAMBIO EN MEDIDAS DE MITIGACIÓN. ANEXO 1

Texto original:

3. LISTADO DE MEDIDA DE MITIGACIÓN		
[...]		
Nº	Barrera/Medida de seguridad	Descripción
8	Dispositivos de guiado/contención (muretes de contención). DCD tipo 3.	<p>Son elementos que limitan la desviación lateral de los vehículos ferroviarios una vez producido el descarrilamiento y deben ser capaces de absorber grandes fuerzas horizontales.</p> <p>Deben estar lo más cerca posible de la vía con una altura mínima de 76 cm sobre cota superior de carril. Es fundamental que este tipo de dispositivos no agraven la posibilidad de vuelco de los vehículos ferroviarios (altura suficiente del muro).</p> <p>Para considerar la restricción lateral del tren que ejercen los muros se multiplicará P2 por un factor que reduzca la probabilidad de impacto:</p> $P2' = P2 \cdot P_{f,RL}$ <p>Siendo: $P_{f,RL} < 1,0$</p> <p>$P_{f,RL}$ expresa la probabilidad de fallo de la medida de mitigación (muro) una vez se ha producido el descarrilamiento. A falta de datos (ensayos, simulaciones, datos históricos, etc.) se puede adoptar un valor de 0,5 (ver anexo G.1 de la ficha 777-2R).</p> <p>Se limita su aplicación a velocidades inferiores a 200 km/h.</p>
9	Refuerzo de las estructuras (soportes, estribos, muros y/o cimentaciones).	<p>Se deben diseñar para soportar el impacto de un vehículo descarrilado.</p> <p>Su forma geométrica debe tratar de evitar un impacto frontal y actuar como elemento de guiado-contención (ver últimas medidas de seguridad).</p> <p>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (refuerzo estructural en la situación final respecto a la inicial).</p>

<p>10</p>	<p>Desplazamiento de los soportes de la estructura.</p>	<p>Se pretende alejarlos de la vía para reducir las probabilidades y la magnitud del impacto. Esta medida, en general, es poco viable.</p> <p>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (distancia entre el eje de la vía y la estructura en la situación final respecto a la inicial).</p>
<p>11</p>	<p>Elevación de la cota de la cimentación (plintos).</p>	<p>Debe constituir una estructura resistente al impacto. Su forma en planta debería ser similar al soporte de un aliviadero de presa o unir de manera continua varios soportes.</p> <p>Deberían diseñarse con una distancia mínima de 76 cm sobre cota superior del carril.</p> <p>En general, es un sistema válido para cualquier velocidad.</p> <p>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (refuerzo estructural en la situación final respecto a la inicial).</p>
<p>12</p>	<p>Estructuras similares a andenes.</p>	<p>Son elementos con una función de guiado-contención que resisten, al menos, a un impacto tangencial.</p> <p>Deberían diseñarse con una distancia mínima de 76 cm sobre cota superior del carril.</p> <p>En general, es un sistema válido para cualquier velocidad.</p> <p>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (refuerzo estructural en la situación final respecto a la inicial).</p>

Texto propuesto y recodificación de las medidas mitigadoras:

3. LISTADO DE MEDIDA DE MITIGACIÓN [...]		
Nº	Barrera/Medida de seguridad	Descripción
8	Andenes	<p><i>Los andenes pueden actuar como dispositivos de contención de la deriva lateral y guiado de un tren que ha descarrilado. Debe verificarse que tienen una altura mínima suficiente para recibir un posible impacto de la caja de grasa del tren y que la estructura (muro, solera, relleno granular, etc.) es capaz de resistir las fuerzas de impacto.</i></p> <p><i>Como figura en el anexo 1 de la presente norma y para considerar la restricción lateral del tren que ejercen los andenes se multiplicará P2 por un factor que reduzca la probabilidad de impacto:</i></p> $P2' = P2 \cdot P_{f,RL}$ <p><i>Siendo:</i></p> $P_{f,RL} < 1,0$ <p><i>P_{f,RL} expresa la probabilidad de fallo de la medida de mitigación (andén) una vez se ha producido el descarrilamiento. A falta de datos (ensayos, simulaciones, datos históricos, etc.) se debe adoptar un valor de 0,1.</i></p>

<p>9</p>	<p>Muros de guiado</p>	<p><i>Son elementos que limitan la desviación lateral de los vehículos ferroviarios una vez producido el descarrilamiento y deben ser capaces de absorber grandes fuerzas horizontales.</i></p> <p><i>Deben estar lo más cerca posible de la vía (sin invadir el gálibo de implantación de obstáculos) con una altura mínima de 76 cm sobre cota superior de carril. Es fundamental que este tipo de dispositivos no agraven la posibilidad de vuelco de los vehículos ferroviarios (altura suficiente del muro).</i></p> <p><i>Para considerar la restricción lateral del tren que ejercen los muros se multiplicará P2 por un factor que reduzca la probabilidad de impacto:</i></p> $P2' = P2 \cdot P_{f,RL}$ <p><i>Siendo:</i> $P_{f,RL} < 1,0$</p> <p><i>P_{f,RL} expresa la probabilidad de fallo de la medida de mitigación (muro) una vez se ha producido el descarrilamiento. A falta de datos (ensayos, simulaciones, datos históricos, etc.) se puede adoptar un valor de 0,5 (ver anexo G.1 de la ficha 777-2R).</i></p> <p><i>Se limita su aplicación a velocidades inferiores a 200 km/h.</i></p>
<p>10</p>	<p>Refuerzo de las estructuras (soportes, estribos, muros y/o cimentaciones).</p>	<p><i>Se deben diseñar para soportar el impacto de un vehículo descarrilado.</i></p> <p><i>Su forma geométrica debe tratar de evitar un impacto frontal y actuar como elemento de guiado-contención (ver últimas medidas de seguridad).</i></p> <p><i>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (refuerzo estructural en la situación final respecto a la inicial).</i></p>
<p>11</p>	<p>Desplazamiento de los soportes de la estructura.</p>	<p><i>Se pretende alejarlos de la vía para reducir las probabilidades y la magnitud del impacto.</i></p> <p><i>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (distancia entre el eje de la vía y la estructura en la situación final respecto a la inicial).</i></p>

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

12	<p><i>Elevación de la cota de la cimentación (plintos).</i></p>	<p><i>Debe constituir una estructura resistente al impacto.</i></p> <p><i>Su forma geométrica debería evitar el agravamiento de las consecuencias de un impacto frontal contra una estructura muy rígida. En el caso de soportes múltiples se deben unir para formar una estructura continua.</i></p> <p><i>Deberían diseñarse con una distancia mínima de 76 cm sobre cota superior del carril.</i></p> <p><i>En general, es un sistema válido para cualquier velocidad.</i></p> <p><i>Es posible calcular la reducción del riesgo, en términos monetarios, mediante la metodología cuantitativa del presente documento (refuerzo estructural en la situación final respecto a la inicial).</i></p>
-----------	---	---

2.6.-MODIFICACIÓN 6: MATIZACIONES Y AMPLIACIÓN DEL ANEXO 2 CON EL APARTADO 3

Texto original:

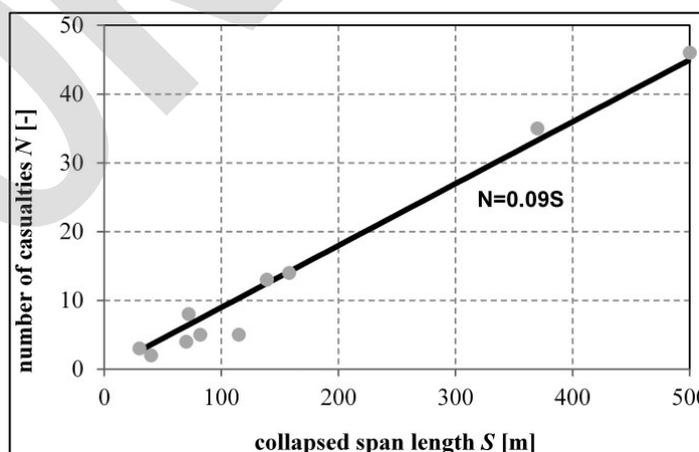
2.-CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL RIESGO PARA LOS USUARIOS DE LA ESTRUCTURA

[...]

Sin embargo, es posible que existan estructuras en las que la reducción de fiabilidad no sea posible debido a la gravedad del daño frente a un posible fallo estructural, por ejemplo:

- Puentes de autovía o autopista sobre líneas ferroviarias.
- Puentes donde se producen, de forma habitual, grandes retenciones de tráfico o acumulación de personas.

[...]



¹ Para el caso de estructuras existentes de gran ocupación (puentes de autopistas, autovías, tramos con retenciones habituales, pasarelas y estructuras con gran número de personas y otros casos similares) y, por lo tanto, con mayores consecuencias se tomará: $\beta = 4,75$ y $P_f, \text{ máx. admisible} = 10^{-6}$.

[...]

Por todo lo anterior, de forma general, se adoptarán los valores propuestos inicialmente (10^{-6} y 10^{-5}). Sin embargo, es posible que, en determinados casos y de forma justificada, reducir aún más la fiabilidad exigida a la estructura existente (pasos superiores con $IMD \leq 50$).

Por último, resulta conveniente aclarar que para la comprobación del nivel de riesgo para los usuarios de la estructura no se establece una región ALARP por los siguientes motivos:

- El criterio de aceptación de riesgo, como se ha visto en los párrafos anteriores, se considera suficientemente exigente (similar al caso holandés) y no es necesario reducir el riesgo más allá.
- En cuanto a posibles situaciones donde el nivel de riesgo para los usuarios de la estructura sea aceptable pero muy próximo al límite será necesario realizar un estudio más exhaustivo sobre el número de circulaciones previsto en el tramo de análisis en función de la demanda para los próximos años.

Texto propuesto:

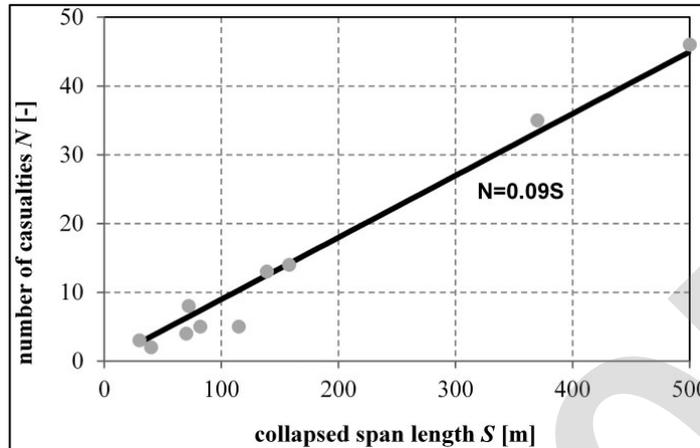
2.-CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL RIESGO PARA LOS USUARIOS DE LA ESTRUCTURA

[...]

Sin embargo, es posible que existan estructuras en las que la reducción de fiabilidad no sea posible debido a la gravedad del daño frente a un posible fallo estructural, por ejemplo:

- *Puentes de autovía o autopista sobre líneas ferroviarias.*
- *Puentes donde se producen, de forma habitual, grandes retenciones de tráfico o una gran acumulación de personas.*

[...]



¹ Para el caso de estructuras existentes de gran ocupación (puentes de autopistas, autovías, tramos con **grandes** retenciones habituales, estructuras con gran número de personas y otros casos similares) y, por lo tanto, con mayores consecuencias se tomará: $\beta = 4,75$ y $P_f, \text{máx. admisible} = 10^{-6}$.

Por todo lo anterior, de forma general, se adoptarán los valores propuestos inicialmente (10^{-6} y 10^{-5}). Sin embargo, es posible que, en determinados casos y de forma justificada, reducir aún más la fiabilidad exigida a la estructura existente (pasos superiores con $IMD \leq 1.000$). En el siguiente apartado se justifica este valor de IMD.

Para el caso particular de pasarelas peatonales existentes se adoptará el valor correspondiente a una clase CC2 ("edificios residenciales y de oficinas, edificios públicos donde las consecuencias de un fallo son moderadas") con idéntica reducción del valor de fiabilidad $\Delta\beta = 0,5$ y, por lo tanto, un valor de $P_f, \text{máx. admisible} = 10^{-5}$

Tipo de estructura	$P_f, \text{máx. admisible}$
Paso superior existente ferroviario (puente de FFCC sobre vía de FFCC)	$1,00E-6$
Paso superior existente de alta capacidad (autopistas y autovías)	$1,00E-6$
Paso superior existente de media capacidad ($IMD > 1.000$) Paso superior donde existan retenciones habituales. Paso superior con tránsito habitual de vehículos de transporte público (autobuses, autocares, etc.) por existir líneas de transporte regular, colegios, etc.	$1,00E-5$
Pasarela peatonal Paso superior existente de baja capacidad ($IMD \leq 1.000$)	$1,00E-4$
Edificios existentes densamente ocupados con $A_{col} \geq 10.000 \text{ m}^2$ o sin datos sobre las consecuencias del colapso (ver anexo 3)	$1,00E-6$
Otros edificios	Ver anexo 3

Por último, resulta conveniente aclarar que para la comprobación del nivel de riesgo para los usuarios de la estructura no se establece una región ALARP por los siguientes motivos:

- El criterio de aceptación de riesgo, como se ha visto en los párrafos anteriores, se considera suficientemente exigente (similar al caso holandés) y no es necesario reducir el riesgo más allá.
- En cuanto a posibles situaciones donde el nivel de riesgo para los usuarios de la estructura sea aceptable pero muy próximo al límite será necesario realizar un estudio más exhaustivo sobre las variables que más peso tienen en el modelo (tráfico, velocidad y presencia de desvíos) y aquellas sobre las que existe incertidumbre sobre su valor.

3. IMD PARA PASOS SUPERIORES (PUENTES DE CARRETERA) DE BAJA CAPACIDAD

En este apartado se desarrolla la justificación de un valor de la IMD en puentes de carretera existentes por debajo de la cual se pueden adoptar valores de fiabilidad de $1.00E-04$ como probabilidad de fallo máxima admisible en la comprobación del riesgo para los usuarios de la estructura.

La IMD (intensidad media diaria) expresa el volumen de tráfico medio de una carretera y, por lo tanto, nos ofrece también un valor de la intensidad de uso de una estructura sobre la que cruza dicha carretera. De esta forma, cuanto más intenso sea el uso de la estructura mayores son los potenciales riesgos derivados de su posible colapso.

Distribución de Poisson:

Para estimar la probabilidad de que un determinado número de vehículos lleguen a un punto a partir de un valor medio (IMD) se puede emplear la distribución de Poisson. Esta hipótesis es válida para intensidades ligeras o medias de tráfico.

Casos similares de cálculo con la distribución de Poisson se pueden encontrar en diferentes referencias de las que se puede destacar la contenida en el capítulo 6 "Fundamental Principles of Traffic Flow" de la publicación "Traffic and Highway Engineering" de Nicholas J. Garber y otros autores.

La función de probabilidad de la distribución de Poisson viene dada por la siguiente expresión:

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

Donde:

k es el número de ocasiones ($k = 0, 1, 2, \dots$)

e es el número de Euler ($e = 2, 71828 \dots$)

$!$ es la función factorial

λ es el parámetro de la distribución

Mediante esta distribución se puede estimar:

- a) Cuál sería la probabilidad de encontrar un número determinado de vehículos en un punto durante un intervalo de tiempo.
- b) Cuál sería la probabilidad de encontrar un número determinado de vehículos en un tramo de longitud dada.

Para este caso se decide emplear el criterio b) ya que el colapso de la estructura (paso superior) se desarrolla en un tramo de longitud determinada (la longitud del paso superior) de manera casi instantánea, afectando al número de vehículos que se encuentran en dicho tramo. En este caso, además de la IMD es necesario conocer la velocidad de circulación y longitud del tramo.

A modo de ejemplo, se podría calcular cuál es la probabilidad de encontrar 3 vehículos o más en un tramo de 500 metros dada una IMD de 1.000 vehículos y una velocidad de 60 km/h.

Convertimos las unidades de la velocidad a m/s:

$$60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 16,67 \text{ m/s}$$

Calculamos el tiempo que tarda en recorrer un vehículo 500 m:

$$\text{tiempo} = \frac{500 \text{ m}}{16,67 \text{ m/s}} = 30 \text{ s}$$

Transformamos la IMD en número de vehículos por segundo:

$$1000 \frac{\text{veh.}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h/día} \times 3600 \text{ s/h}} = 0,011574 \text{ veh./s}$$

Para emplear el mencionado criterio b) debemos transformar el parámetro λ de la distribución de Poisson (media de la distribución de probabilidad) así:

$$\lambda = \text{IMD} \times \text{tiempo recorrido tramo} = 0,011574 \text{ veh./s} \times 30 \text{ s} = 0,347222$$

Ahora podemos calcular la probabilidad de encontrar 3 vehículos o más considerando que el número de ocasiones, k , es el número de vehículos. Para ello, debemos emplear la regla de las probabilidades complementarias, es decir:

$$P(X \geq 3) = 1 - \sum_{k=0}^2 \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} =$$

$$= 1 - \left(\frac{e^{-0,347222} \cdot 0,347222^0}{0!} + \frac{e^{-0,347222} \cdot 0,347222^1}{1!} + \frac{e^{-0,347222} \cdot 0,347222^2}{2!} \right) = 0,0054$$

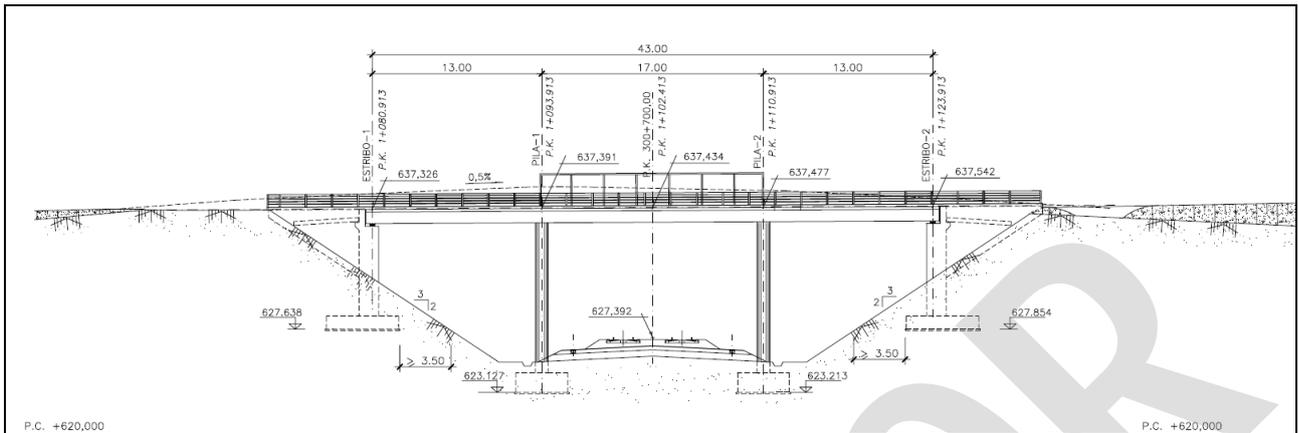
Por lo tanto, la probabilidad de encontrar 3 vehículos o más, que circulan a 60 km/h, en un tramo de 500 metros con una IMD de 1.000 es del 0,54%.

Modelo probabilístico para puentes de carretera:

Como hemos visto en el apartado anterior necesitamos conocer, a priori, la velocidad de circulación y la longitud del tramo afectado por el posible colapso estructural.

Resulta evidente que cuanto más largo sea el tramo, mayores serán las probabilidades de encontrar un cierto número de vehículos en él. Para el caso de la velocidad, cuanto más baja sea ésta, menor distancia habrá entre los vehículos para una IMD dada y, por lo tanto, mayores las probabilidades de encontrar un cierto número de vehículos en dicho tramo. Contrariamente, para velocidades altas, mayores son también las distancias de parada (vehículos de carretera) y por lo tanto, aumenta la longitud del tramo expuesto al accidente.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de paso superior que cruza sobre una línea de AV (vía doble con un ancho de plataforma generosa). Se trata del paso superior situado en la LAV Madrid – Barcelona (PK 300 + 700).



ALZADO-SECCION LONGITUDINAL

La longitud total de la estructura es de aproximadamente 60 metros (estribos más tablero). Para cubrir otros casos de pasos superiores de mayor longitud (aunque mucho más escasos) se decide adoptar un valor conservador de 100 metros.

A esta distancia habría que sumarle, a ambos lados, la distancia de parada que, según la Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, se define como:

La distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estimará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

Siendo:

D_p = Distancia de parada (m).

V = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

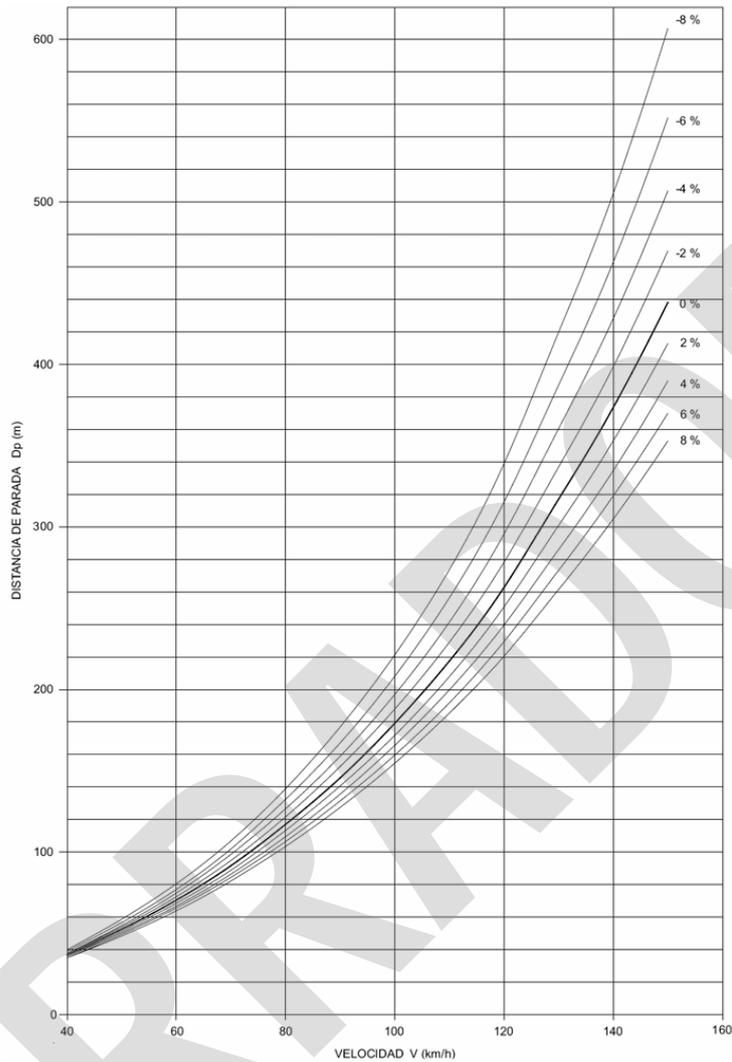
f_l = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

i = Inclinación de la rasante (en tanto por uno).

t_p = Tiempo de percepción y reacción (s).

En la siguiente figura, extraída de la propia norma del Ministerio, se representan los valores de la distancia de parada en función de la velocidad, para distintas inclinaciones de la rasante.

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.



A partir de esta gráfica se puede observar cómo los valores de la distancia de parada oscilan entre 40 m (40 km/h) y 180 m (90 km/h) aproximadamente.

Para estimar las posibles consecuencias del colapso estructural es necesario conocer la ocupación media de los vehículos de carretera (pasajeros/vehículo). El estudio de la Comisión Europea "Study on New Mobility Patterns in European Cities" del año 2022 cifra la ocupación media en 1,4 personas por vehículo privado. Además, la encuesta de movilidad de la Comunidad de Madrid estima un valor de 1,3 personas por vehículo privado.

Aunque la ocupación de un autobús puede ser mucho mayor, el parque de autobuses respecto al de otros tipos de vehículos es muy inferior (del orden de 530 veces inferior) como se puede ver en los últimos datos oficiales del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (año 2023) "Parque nacional de vehículos por comunidad autónoma, provincia, tipo de vehículo y tipo de carburante".

Finalmente se decide adoptar como valor de ocupación de 2 viajeros/vehículo.

A falta de datos sobre mortalidad (número de víctimas/persona expuesta al colapso) en caso de accidente se decide adoptar un valor conservador del 100%. Es decir, todas las personas expuestas al accidente serán contabilizadas como víctimas.

Cálculo de la IMD aceptable:

Una vez establecidos los parámetros de iniciales podemos estimar el valor máximo de la IMD que resulte en un nivel de riesgo aceptable para una probabilidad de colapso del paso superior de $1,00E-04$.

Desde el punto de vista del riesgo para los usuarios de la estructura (paso superior) la condición para que dicho riesgo sea mayor que cero es la ocurrencia simultánea de dos eventos independientes A y B (colapso del paso superior y presencia de 1 o más vehículos sobre el mismo). Por ello, la probabilidad será el producto de las probabilidades individuales de ambos eventos.

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

De esta forma, debemos multiplicar la probabilidad de colapso ($1,00E-04$) por la probabilidad de encontrar 1 o más vehículos, 2 o más vehículos, 3 o más vehículos, etc. para así obtener diferentes escenarios y valores del riesgo que podamos comparar con los criterios de aceptación de riesgo del presente Anexo.

Los criterios de riesgo de las curvas F-N se expresan en términos de frecuencias acumuladas (probabilidad de que supere un cierto número de víctimas) por esta razón, debemos emplear la función de distribución acumulada de Poisson.

Como la distribución de la IMD a lo largo del día no es uniforme, se supondrá que el total de vehículos diarios se reparten en 16 horas en lugar de 24. Así, el número de vehículos a la hora será:

$$n^{\circ} \text{ de vehic./hora} = \frac{IMD}{16 \text{ h}}$$

Estableciendo valores de velocidad entre 20 y 90 km/h (con sus respectivas distancias de parada) y una longitud del paso superior de 100 m obtenemos la siguiente tabla para una IMD de 1.000:

Velocidad vehículos carretera (km/h)	20	40	60	90
Longitud paso superior (m)	100	100	100	100
Distancia de Parada (m). Dp 3.1-IC	20	40	80	180
Longitud total tramo (m) = PS + 2·Dp	140	180	260	460
Tiempo de recorrido del tramo (s)	25,2	16,2	15,6	18,4
IMD en vehículos/s	0,0174	0,0174	0,0174	0,0174
$\lambda = IMD * \text{Tiempo de recorrido del tramo}$	0,4375	0,2813	0,2708	0,3194

La probabilidad de encontrar un cierto número de vehículos en el tramo va a ser mayor para el caso del parámetro λ más alto (velocidad = 20 km/h). Por lo tanto, se va a emplear este caso como crítico.

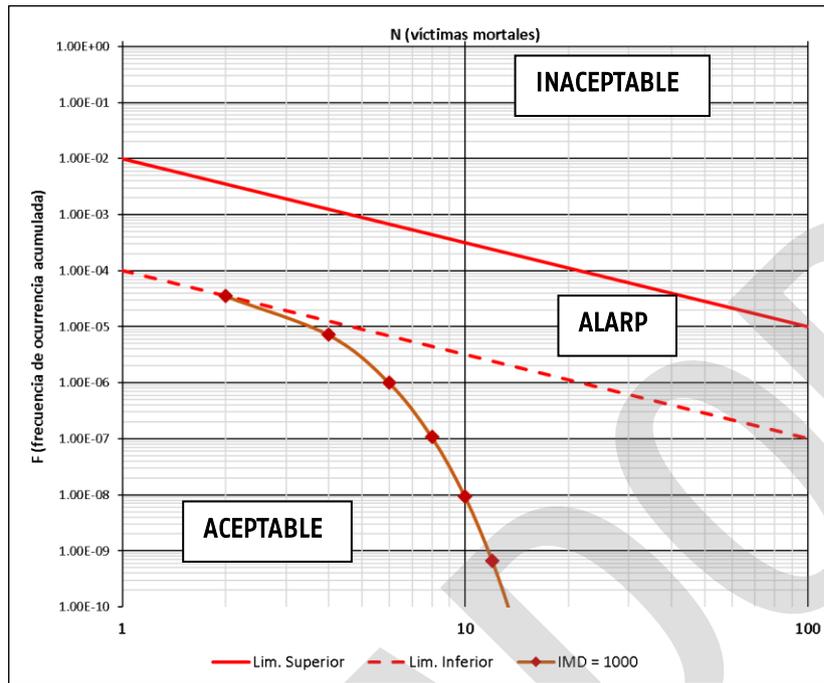
Para un parámetro $\lambda = 0,4375$ y una IMD de 1.000 se obtiene:

n (vehículos)	Víctimas	$P(N(d) \geq n)$	$1,00E-04 \cdot P(N(d) \geq n)$
		Probabilidad de encontrar n o más vehículos	Probabilidad conjunta de colapso y presencia de n o más vehículos
1	2	3,54E-01	3,54E-05
2	4	7,19E-02	7,19E-06
3	6	1,01E-02	1,01E-06
4	8	1,08E-03	1,08E-07
5	10	9,29E-05	9,29E-09
6	12	6,70E-06	6,70E-10
7	14	4,16E-07	4,16E-11
8	16	2,26E-08	2,26E-12
9	18	1,09E-09	1,09E-13
10	20	4,76E-11	4,76E-15

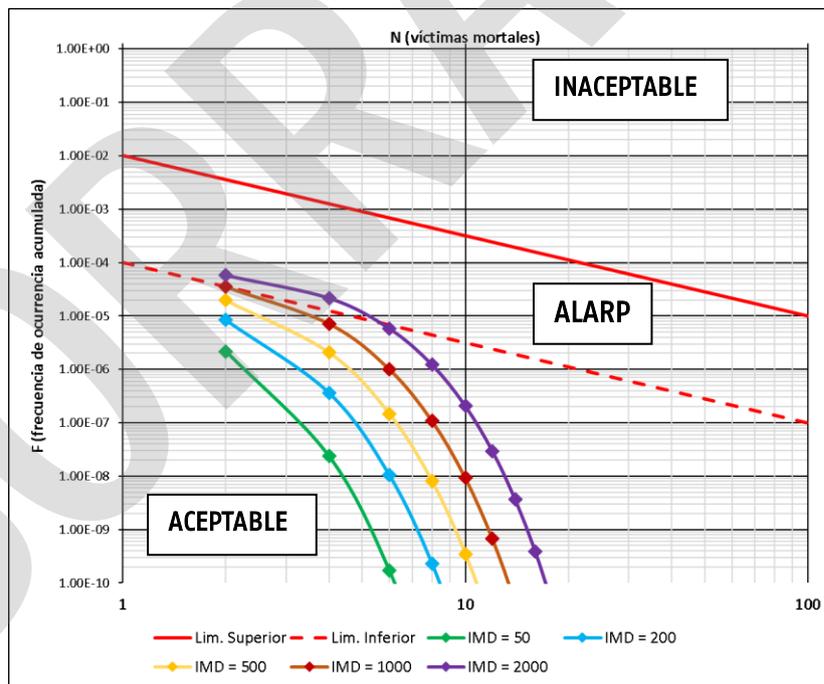
Con estos datos podemos representar cada uno de los anteriores escenarios con las víctimas y sus probabilidades de ocurrencia junto con los criterios de riesgo (aceptable, ALARP e inaceptable):

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.



Para observar la variación de las probabilidades en función de diferentes IMD se efectúan diferentes cálculos con $IMD = 50; 200; 500; 1.000$ y 2.000



Finalmente se ha determinado como valor máximo de la IMD que resulte en un nivel de riesgo aceptable para una probabilidad de colapso del paso superior de $1,00E-04$ igual a **1.000 vehículos al día**.

2.7.-MODIFICACIÓN 7: ERRATA EN ANEXO 3

Texto original:

$$P2 = 0,5 \cdot \left[\frac{v^{0,55} - a}{v^{0,55}} \right]^3$$

Texto propuesto:

$$P2 = 0,5 \cdot \left[\frac{v^{0,55} - a}{v^{0,55}} \right]^2$$

2.8.-MODIFICACIÓN 8: NUEVO ANEXO 5

Texto original:

No existe Anexo 5

Texto propuesto:

ANEXO 5. ANDENES

1. JUSTIFICACIÓN DEL FACTOR REDUCTOR

Como figura en el anexo 1 de la presente norma y para considerar la restricción lateral del tren que ejercen los andenes se multiplicará $P2$ por un factor que reduzca la probabilidad de impacto:

$$P2' = P2 \cdot P_{f,RL}$$

Siendo:

$$P_{f,RL} < 1,0$$

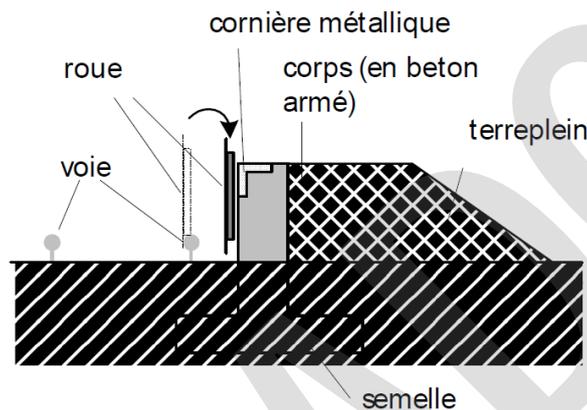
$P_{f,RL}$ expresa la probabilidad de fallo de la medida de mitigación (andén) una vez se ha producido el descarrilamiento. A falta de datos (ensayos, simulaciones, datos históricos, etc.) se debe adoptar un valor de 0,1.

Este factor cuyo valor es 0,1 indica que en un hipotético descarrilamiento en un punto de la infraestructura donde exista un andén éste será capaz de restringir la deriva lateral del tren y guiar la composición para evitar un posible impacto 9 de cada 10 veces.

La justificación del valor se puede encontrar en uno de los documentos que sirvieron de base para la redacción de la ficha UIC 777-2R: *Analyse de sécurité des éléments de construction menacés de choc. 2000. UIC. Ernst Basler & Partner AG.*

En el anexo 7 de este documento "Mesures" se puede encontrar la descripción del muro de guiado (traducida del francés) y una ilustración del mismo:

Una "muro de guiado" es un pequeño muro reforzado por una reserva central en la parte posterior dependiendo de su ubicación (ver ilustración en la página siguiente). Este muro guía se instala cerca de las vías, de la misma manera que los muros de los andenes, ("tan cerca del carril como sea posible, tan lejos como sea necesario"). La altura debe fijarse de forma que se evite cualquier desplazamiento lateral de las ruedas cuando el tren descarrila ("tan alto como sea necesario, tan profundo como sea posible"). La altura desde los raíles debe ser aproximadamente la misma que la del andén de una estación (alrededor de 0,5 m).



10

¹⁰ Los concetos que figuran en la ilustración son:

Voie: vía

Roue: rueda

Cornière métallique: ángulo de metal

Terreplein: tierra de refuerzo del muro

Semelle: zapata

La cimentación tiene una estructura idéntica a la de los andenes de las estaciones. El borde está compuesta por un ángulo metálico anclado en el cuerpo del muro. La ubicación y la longitud en que se debe instalar este tipo de medida de forma concreta a lo largo de las vías depende de las recomendaciones (capítulo 7).

Para calcular la tasa de reducción de riesgo de esta medida, asumimos una eficiencia o rendimiento del 90%, es decir **una reducción de la probabilidad de impacto o colisión del 90% respecto al valor inicial.**

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

BORRADOR