

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE BITRENES EN INTERSECCIONES A NIVEL PARA EL XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Marcelo Kainz - Dirección Nacional de Vialidad, Av. Julio A. Roca 738 (1067). CABA
Tel. (011) 43438520 (int. 1406). Mail: mkainz@vialidad.gov.ar

Romina Porta - Consular Consultores Argentinos Asoc. S.A., Av. Julio A. Roca 610 - 6to piso (1067). CABA. Tel. (011) 43432972. Mail: romina_porta@hotmail.com

Karina Saavedra – Dirección Nacional de Vialidad, Av. General Paz 12190 (C1440FJN). CABA. Tel (011) 46879699. Mail: karinaasaavedra@hotmail.com

Luis Eduardo D’Orazio – Dirección Nacional de Vialidad, Av. Guillermo Rawson 377(N) (5400). San Juan. Tel. (0264) 4213534. Mail: luisdorazio@hotmail.com.ar

Resumen

El propósito del presente Trabajo es la evaluación del desarrollo de maniobras de giro por parte de un Bitren Tipo. El análisis se focaliza en la verificación de las trayectorias en intersecciones canalizadas a nivel, cuyos parámetros de diseño responden tanto a valores mínimos recomendados como normalizados.

El estudio se complementa con la comparación del comportamiento del mismo respecto a vehículos de carga comerciales utilizados habitualmente para el diseño de intersecciones, así como con otros Bitrenes habilitados para la circulación en Australia y Canadá.

En la República Argentina se adopta la denominación “Bitren” al conjunto conformado por dos semirremolques vinculados entre sí a través de un enganche tipo “B” situado en la parte posterior del semitrailer delantero y ligados a una unidad tractora. El vehículo de diseño se define a partir del análisis de los resultados obtenidos en experiencias llevadas a cabo en la provincia de San Luis, como así también con las especificaciones elaboradas por los fabricantes de carrocerías nacionales.

El desarrollo de las maniobras de giro en intersecciones a nivel se evalúa a través de un procedimiento de simulación mediante el uso de un software específico sobre plataforma CAD.

Una vez efectuada la simulación de las trayectorias de giro, se procede a definir los parámetros más relevantes con los que se evalúa el comportamiento de los vehículos.

Si bien el trabajo no está directamente relacionado con el gerenciamiento de pavimentos es imprescindible el presente análisis a efectos de decidir sobre la necesidad de pavimentar las banquetas externas en intersecciones existentes. Por otra parte, permitirá analizar la viabilidad en la circulación de éstos vehículos en el país y su posterior estudio sobre las solicitudes que éstos generarán sobre los pavimentos.

Palabras clave: Bitren, Intersecciones, Trayectorias

1 Descripción del Bitren

En la República Argentina se adopta la denominación “Bitren” a partir de la traducción de la expresión anglosajona “B-train”, que caracteriza a un conjunto conformado por dos semirremolques (con ejes tándem doble o triple – ver Figura 1) vinculados entre sí a través de un enganche tipo “B” situado en la parte posterior del semitrailer delantero y ligados a una unidad tractora. Dicho plato actúa en forma análoga a una bisagra, conformando un mecanismo articulado.



3.1. Semirremolques vinculados con un enganche tipo “B”

En cuanto a los beneficios que presenta el uso de dichos vehículos en materia de reducción del deterioro de la estructura de pavimentos debido a la mejor distribución de cargas por ejes (lo cual no es objeto del presente trabajo) se cita un fragmento de la presentación realizada en el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito por parte de los Ingenieros Azucena Keim y Héctor Giagante: [1]

“Un camión convencional, del tipo 11-12, transporta 45 t de carga bruta (27,6 t de carga líquida), y su peso equivale a 7,66 LEF (Load Equivalent Factor o Factor Equivalente de Carga para un Eje Patrón de 80kN), induciendo un deterioro unitario al pavimento (por cada tonelada líquida transportada) de 0,28 LEF.

En el caso de un Bitren del tipo 12-2-2, el análisis similar al anterior arroja un total de 6,30 LEF y un deterioro unitario de 0,11 LEF. Para el Bitren con ejes tridem (12-3-3), el deterioro total inducido es de 6,18 LEF y el unitario de 0,12 LEF.”

2 Marco legal nacional

El transporte de cargas mediante el uso de Bitrenes vuelve a tomar impulso en nuestro país a partir del Decreto N° 574/2014 [2] de fecha 22 de abril de 2014, que establece las bases sobre las cuales se reglamenta su uso en la Argentina.

En dicho decreto se indica que la inclusión de este tipo de vehículos en el transporte de cargas permitirá incrementar el máximo de toneladas a transportar sin afectar significativamente la infraestructura vial, dada la distribución del peso de la carga transportada entre los ejes de la unidad tractora y los dos semirremolques. Además, se especifica que esta medida permitirá mejorar la productividad industrial, logrando además mayor integración a nivel regional.

Con respecto a los corredores viales habilitados para la circulación de Bitrenes, se cita a continuación un extracto del decreto:

“Art. 3° — Facúltase a la COMISION NACIONAL DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL, órgano desconcentrado en el ámbito de la SUBSECRETARIA DE TRANSPORTE AUTOMOTOR de la SECRETARIA DE TRANSPORTE del MINISTERIO DEL INTERIOR Y TRANSPORTE, en su carácter de Autoridad de Aplicación del Decreto N° 1.886/04, a determinar los corredores viales de circulación segura para las unidades tractoras con dos semirremolques biarticulados.”

En el año 2010, a través del Decreto N° 989-SGLyT-2010 [3], se autorizó en la provincia de San Luis la circulación de vehículos de transporte de carga tipo B-Doble de modo experimental. De acuerdo a lo expresado en dicho decreto, el objetivo perseguido con esta medida es el siguiente:

“[...] permitirá por tiempo determinado diversificar la oferta logística de la Provincia, evaluar la reducción de consumo de combustible por tonelada transportada, la restricción de las emisiones contaminantes, la disminución de costos de transporte, evaluar la incorporación de otras regiones geográficas productivas.-”

3 Diseño del modelo de simulación

El desarrollo de las maniobras de giro en intersecciones a nivel de un Bitren tipo se evalúa a través de un **procedimiento de simulación** mediante el uso de un software específico sobre plataforma CAD. Dicho proceso se complementa con la comparación del comportamiento bajo las mismas condiciones de otros vehículos de similares características utilizados actualmente en Canadá y Australia, así como con camiones tipo WB-15 y WB-19 según Normas AASHTO, los cuales son de uso común en nuestro país por parte de Projectistas y Miembros de Organismos Viales a la hora de verificar su desempeño en encrucijadas debido a la similitud de que éstos poseen en sus tipologías con respecto a aquellos que componen el parque de camiones nacional.

3.2. Características de los vehículos

Las dimensiones adoptadas para la modelación del Bitren Tipo surgen a partir de:

- Las experiencias realizadas en el Aeropuerto Internacional Valle del Conlara, en la Provincia de San Luis (Figura 2), en donde se probó el comportamiento de un b-doble de 25m de longitud total, impulsado por una unidad tractora 6x4 de última generación, equipado con retardador hidráulico para el control de velocidad, frenos ABS y control de tracción entre otras características, cuya potencia máxima del motor es de 470CV.



Figura 2 Bitren experimental en la en la Pcia. de San Luis [4]

Las dimensiones conjunto se describen en la Figura 3:

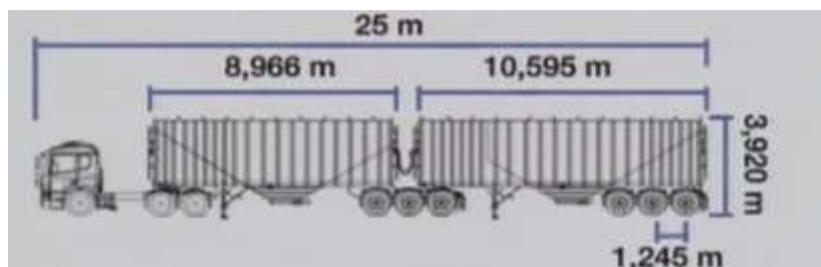


Figura 3 Dimensiones del Bitren utilizado en el ensayo

- En segundo lugar, a partir del estudio de los modelos producidos por el mercado local en la actualidad, en donde se aprecia que 6 de los 9 semirremolques existentes se encuentran desarrollados para Bitrenes de longitud máxima total del orden de 25m. Se resumen las dimensiones en la Tabla 1.

Tabla 1. Longitud Máxima de Bitrenes fabricados en Argentina

TIPO DE BITREN	L_{max} [m]
1 baranda volcable	29.35
2 forestal	28.95
3 furgón paquetero	25.18
4 playo	25.18
5 techo y lonas	25.25
6 tolva cerealera	24.50
7 vuelco lateral	25.18
8 playo bobinero	22.90
9 vuelco lateral y trasero	25.00

En función de lo expuesto, se adopta para la simulación, el Bitren Tipo de la Figura 4:

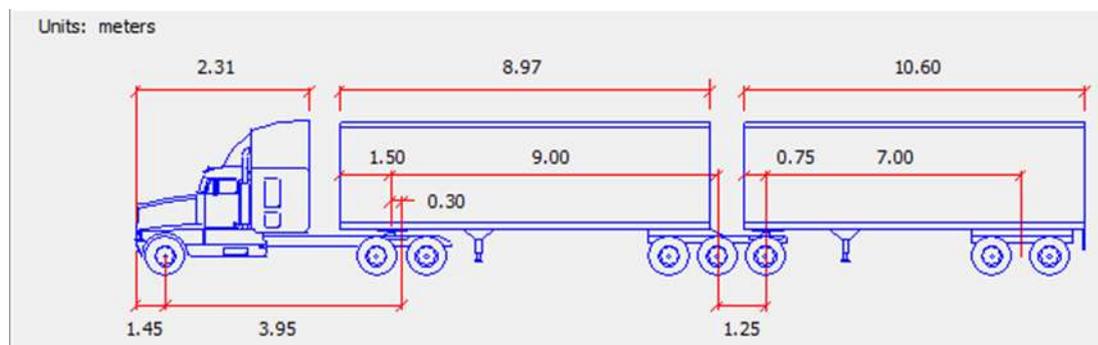


Figura 4 Bitren Tipo adoptado para la simulación

Cabe aclarar que si bien en la mayoría de los casos observados la configuración de ejes es de 1-2-3-3, para la simulación se ha empleado un vehículo del tipo 1-2-3-2, puesto que la presencia del noveno eje no modifica sustancialmente el ancho de ocupación sobre la calzada.

A continuación se detallan los esquemas del resto de los vehículos empleados en la simulación de trayectorias de giro:

- Bitren WB 23: Alberta – Canadá (L=25.00m)

El mismo resulta representativo para su evaluación debido a la similitud de sus características con el Bitren Tipo y su probado funcionamiento en dicho estado Canadiense. La normativa vigente [5] que regula sus dimensiones se indica en la Figura 5:

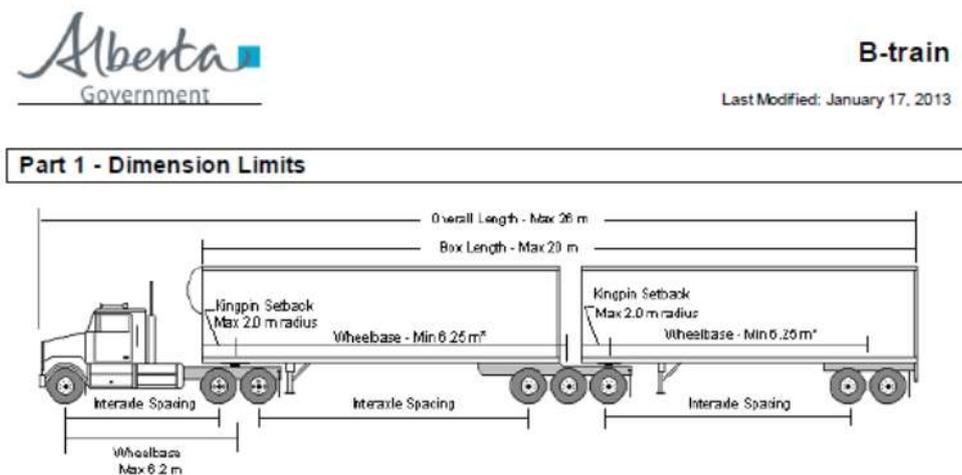


Figura 5 Dimensiones máximas de un Bitren canadiense tipo WB-23

El vehículo utilizado para la modelización se esquematiza en la Figura 6:

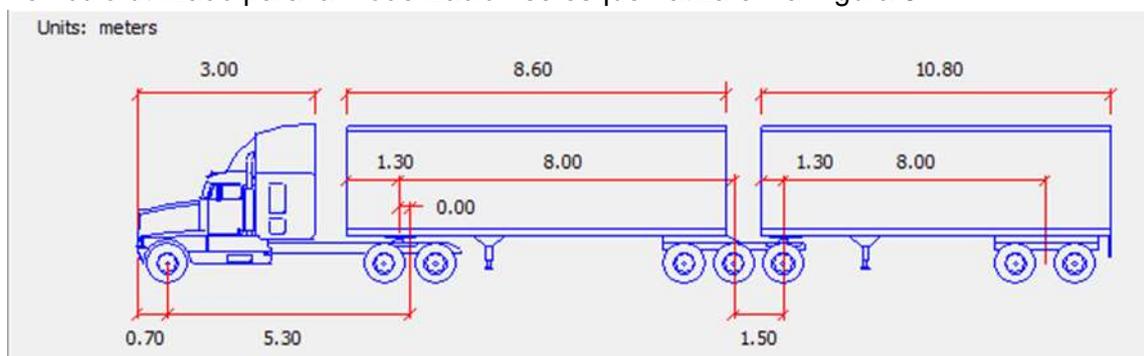


Figura 6 Bitren canadiense tipo WB-23 utilizado para la simulación

- Bitren Austroads – Australia (L=25.00m)

Del mismo modo que para el caso anterior, el conjunto adoptado resulta comparable con el propuesto para nuestro país. Sus especificaciones máximas [6] se resumen en la Figura 7.

B-double (25 m)

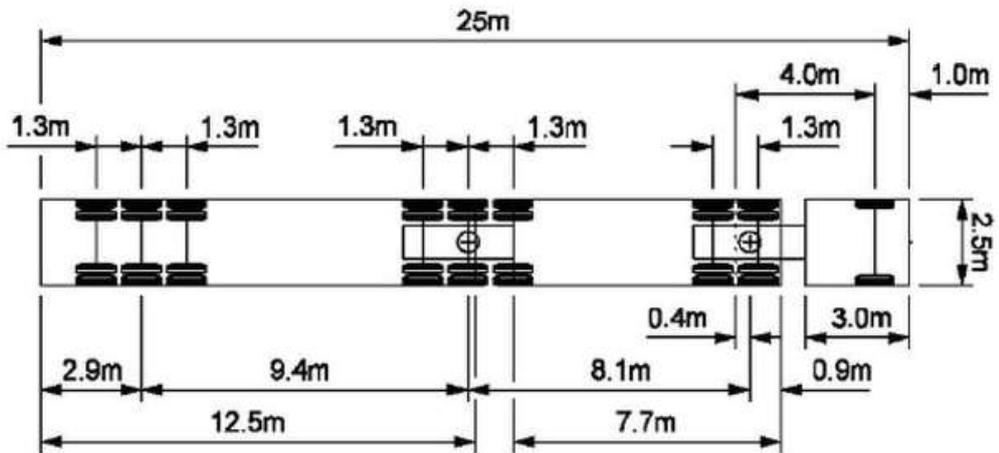


Figura 7 Bitren australiano Austroads L=25.00m utilizado para la simulación

El vehículo utilizado para la simulación se indica en la figura 8:

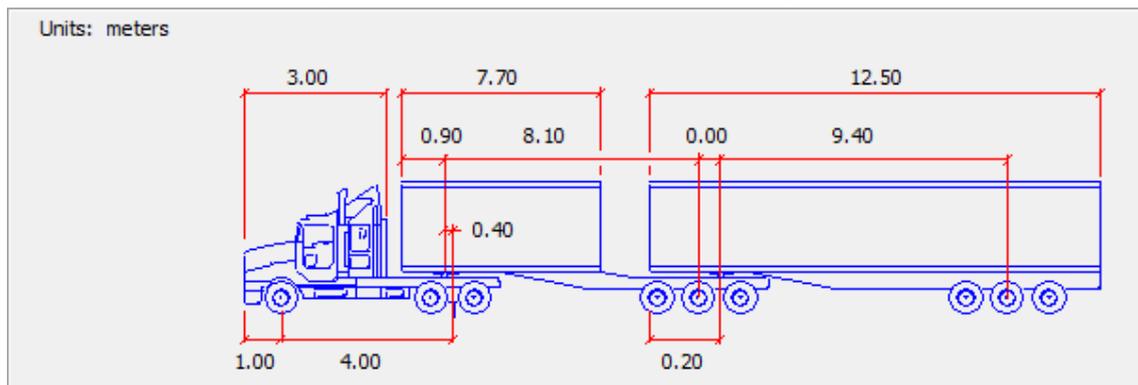


Figura 8 Bitren australiano Austroads utilizado para la simulación

- Camión WB-15 – AASHTO (Estados Unidos)

Según la edición 2010 de la propuesta de *Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial* [7] de nuestro país, el vehículo de diseño para todas las intersecciones sobre Rutas Nacionales, sea con otras Rutas Nacionales, con Rutas Provinciales y accesos a localidades, es el WB-15 (ver Figura 9), admitiendo su circulación con espacios laterales algo reducidos. Por tal motivo, se emplea este vehículo para la comparación con el comportamiento del Bitren Tipo.

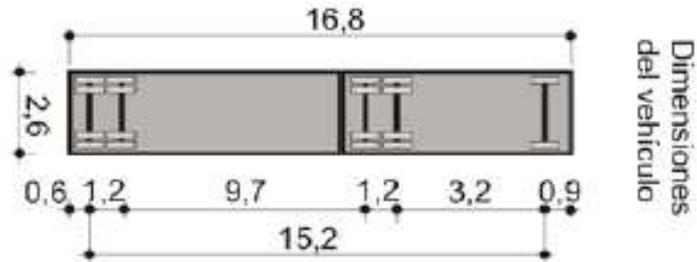


Figura 9 Dimensiones de un camión WB-15

El vehículo adoptado es el correspondiente a la Figura 10:

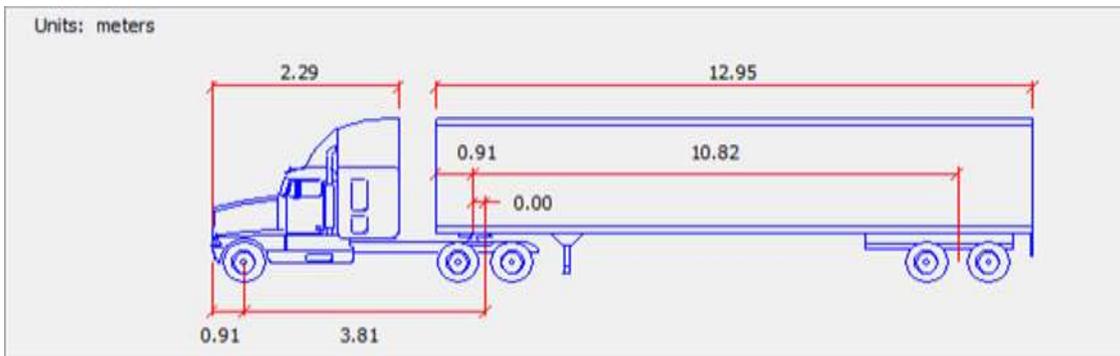


Figura 10 Modelo de camión WB-15 utilizado para la simulación

- Camión WB-19 – AASHTO (Estados Unidos)

Al igual que en el caso anterior, la edición 2010 de la norma de diseño establece que el WB-19 (esquemático en la Figura 11), se utilizará ocasionalmente como vehículo de diseño para proyectar accesos a establecimientos industriales e intersecciones a nivel, razón por la cual se lo incluye en la comparación.

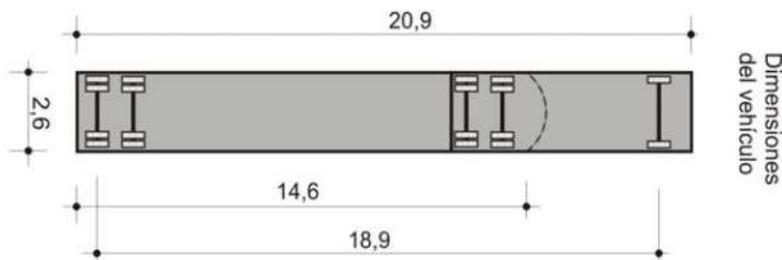


Figura 11 Dimensiones de un camión WB-19

El camión utilizado para la verificación se muestra en la Figura 12:

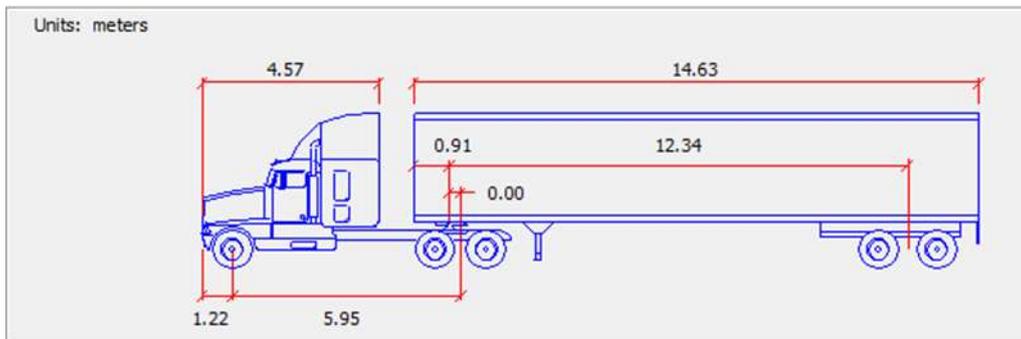


Figura 12 Modelo de camión WB-19 utilizado para la simulación

3.3. Características de diseño de las intersecciones

Se diseñan dos intersecciones canalizadas tipo: una recta y otra oblicua con un ángulo de cruce igual a 60° , valor mínimo recomendado por la propuesta de Normas de Diseño Geométrico y Seguridad Vial del año 2010. El objeto de este planteo es lograr dos **modelos representativos** de las intersecciones que se encuentran en nuestra Red Vial Nacional. En la Figura 13 se aprecia una de las planimetrías adoptadas para tal caso:

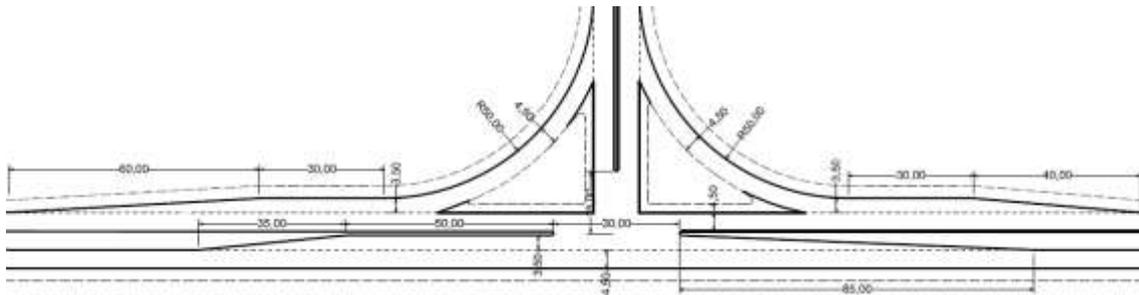


Figura 13 Planimetría de intersección canalizada recta tipo adoptada

En la intersección canalizada recta se estudia el comportamiento de los vehículos para las maniobras de giro a la izquierda, así como el ingreso al camino secundario a través de la rama de salida, mientras que en la intersección canalizada oblicua se analizan solamente aquellos movimientos que resultan más desfavorables que en el caso anterior.

El criterio para diseñar las mismas responde a las disposiciones y recomendaciones elaboradas por la Dirección Nacional de Vialidad.

Cabe destacar que reviste especial importancia para este trabajo la definición de los radios internos de las ramas. En este sentido, se adopta los mínimos estipulados por la Norma vigente para el diseño de las mismas, ya que resultan los más críticos para las maniobras en estudio. Por este motivo, se definen valores iguales a 15 y 25 m, con anchos de calzada de 5.50 y 5.00m respectivamente. Por otra parte se diseña una rama de salida con radio interno igual a 50m y ancho de calzada 4.50m, adoptados frecuentemente para el diseño de este tipo de intersecciones.

En cuanto al tratamiento de banquetas, se propone un ancho de 3m sin pavimentar, siendo parte de este análisis la evaluación de la necesidad de efectuar una mejora en la misma.

4 Planteo de la simulación

El procedimiento consiste en definir para una velocidad de maniobra igual a **15 Km/h** una trayectoria constituida por dos tramos rectos vinculados con un arco de circunferencia y evaluar el comportamiento de los diferentes vehículos.

Para la verificación de trayectorias hacia la izquierda, el radio mínimo adoptado es igual a 15m (indicados en la Figura 14), en coincidencia con los criterios de diseño de giros estipulados por el informe “Design Vehicles and Turning Path Templates” de la Asociación de Agencias de Transporte por Carretera y Tránsito de Australia y Nueva Zelanda (Austroads).^[5]

B-double (25 m)	
12.5 m radius,	5 km/h
15 m radius,	5 to 15 km/h
20 m radius,	15 to 20 km/h
30 m radius,	20 to 30 km/h

Figura 14 Radios de giro a verificar según velocidad de maniobra

Como punto de partida se define en el desarrollo de la maniobra de giro una trayectoria mínima para el Bitren tipo de tal forma que **no invada los canteros centrales**.

Para el análisis de giros hacia la derecha, se adoptan recorridos para el Bitren tipo de manera que pueda circular en forma segura por la rama **sin ocupar la banquina interna**.

En el caso particular de la rama con radio interno igual a 15m, se adopta una trayectoria circular de radio mínimo e igual a 15m, por las razones expuestas en el caso de giro a la izquierda.

A partir de esto, se compara el comportamiento del Bitren tipo con el resto de los vehículos circulando por los mismos trayectos.

5 Análisis de los resultados

Una vez efectuada la simulación de las trayectorias de giro, se procede a definir los parámetros más relevantes con los que se evalúa el comportamiento de los vehículos,

Los puntos analizados más relevantes son:

- Ancho máximo de desplazamiento entre las trayectorias de los neumáticos delanteros y traseros.
- Ocupación de la Banquina Interna.
- Ocupación de la Banquina Externa. El rango de ocupación de la misma se clasifica de la siguiente manera:
 - **Mínima:** entre 0.00 m y 0.50 m
 - **Media:** entre 0.50 m y 1.50 m
 - **Amplia:** mayor a 1.50 m
- Invasión del cantero central.

Se presenta en la Figura 15 dos trayectorias tipos analizadas, correspondientes al caso de giro a izquierda de un camión WB-15, así como el caso de giro a derecha del Bitren tipo propuesto, en donde se especifican los indicadores de interés.

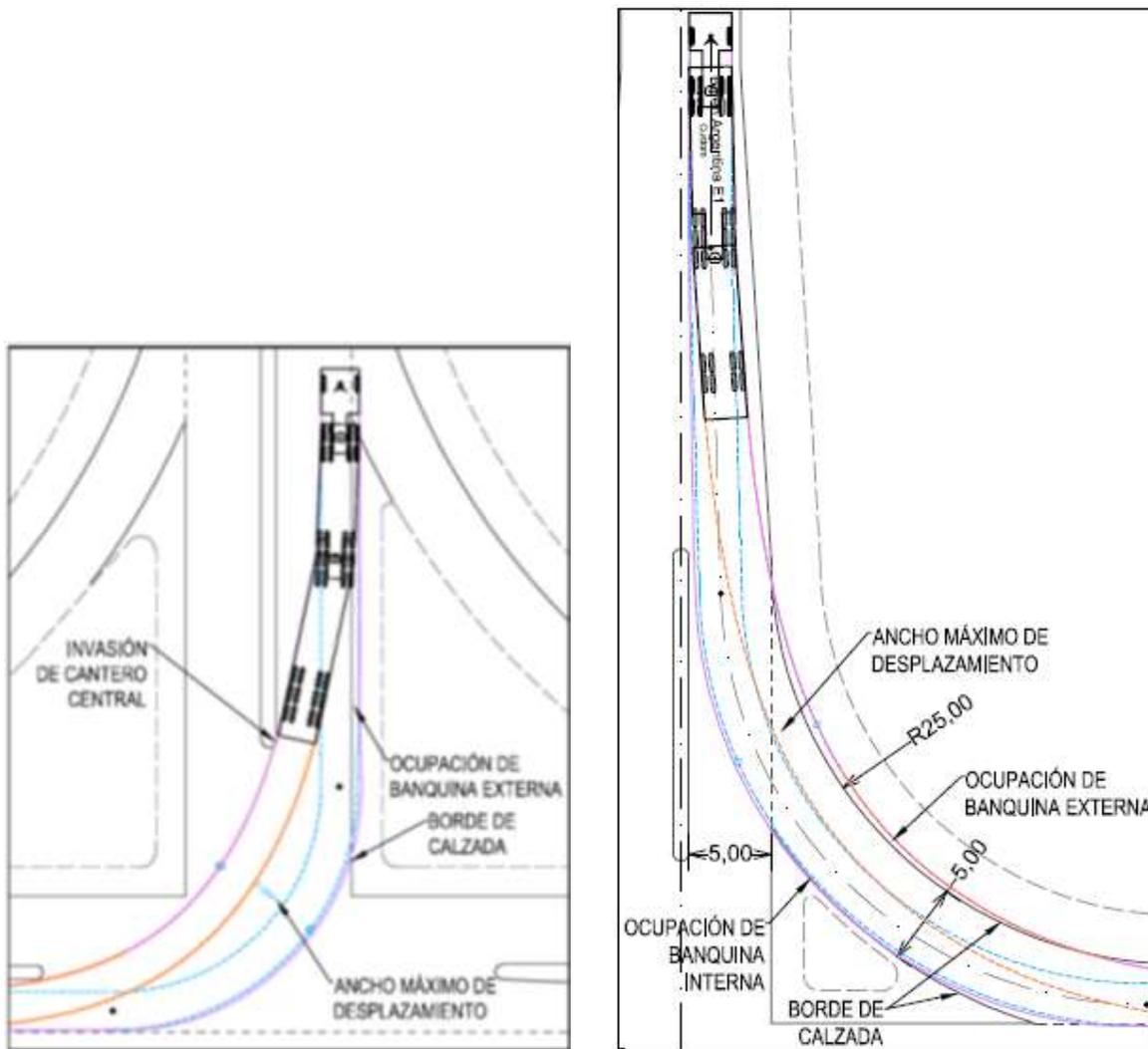


Figura 15 Parámetros en estudio de los giros propuestos

Se resume en las siguientes tablas los valores obtenidos del proceso de simulación:

Intersección canalizada recta:

Tabla 2. Giro desde Calzada Principal a Camino Secundario a través del carril de espera

Parámetros/Vehículos	Bitren Tipo	Bitren Australia	Bitren Canadá	WB-15	WB-19
Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada	6.84 m	7.35 m	7.09 m	6.33 m	7.68 m
Rango de Ocupación Banquina Interna	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C
Rango de Ocupación Banquina Externa	Media	Media	Media	Media	Media
Invasión de Cantero	No invade	En la nariz	No invade	No invade	Si

Tabla 3. Giro desde Camino Secundario a la Calzada Principal

Parámetros/Vehículos	<i>Bitren Tipo</i>	<i>Bitren Australia</i>	<i>Bitren Canadá</i>	<i>WB-15</i>	<i>WB-19</i>
<i>Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada</i>	6.84 m	7.33 m	7.08 m	6.32 m	7.65 m
<i>Rango de Ocupación Banquina Interna</i>	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa
<i>Rango de Ocupación Banquina Externa</i>	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C
<i>Invasión de Cantero</i>	No invade	En la nariz	En la nariz	No invade	Si

Tabla 4. Giro a la derecha desde Calzada Principal al Camino Secundario R= 15 m

Parámetros/Vehículos	<i>Bitren Tipo</i>	<i>Bitren Australia</i>	<i>Bitren Canadá</i>	<i>WB-15</i>	<i>WB-19</i>
<i>Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada</i>	6.74 m	7.23 m	7.02 m	6.27 m	7.46 m
<i>Rango de Ocupación Banquina Interna</i>	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa
<i>Rango de Ocupación Banquina Externa</i>	Amplia	Amplia	Amplia	Media	Amplia
<i>Invasión de Cantero</i>	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C

Tabla 5. Giro a derecha desde Calzada Principal al Camino Secundario R= 25 m

Parámetros/Vehículos	<i>Bitren Tipo</i>	<i>Bitren Australia</i>	<i>Bitren Canadá</i>	<i>WB-15</i>	<i>WB-19</i>
<i>Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada</i>	5.34 m	5.74 m	5.57 m	4.99 m	6.00 m
<i>Rango de Ocupación Banquina Interna</i>	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa
<i>Rango de Ocupación Banquina Externa</i>	Mínima	Media	Media	Mínima	Media
<i>Invasión de Cantero</i>	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C

Tabla 6. Giro a derecha desde Calzada Principal al Camino Secundario R= 50 m

Parámetros/Vehículos	<i>Bitren Tipo</i>	<i>Bitren Australia</i>	<i>Bitren Canadá</i>	<i>WB-15</i>	<i>WB-19</i>
<i>Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada</i>	4.03 m	4.19 m	4.12 m	3.81 m	4.35 m
<i>Rango de Ocupación Banquina Interna</i>	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa
<i>Rango de Ocupación Banquina Externa</i>	Mínima	Mínima	Mínima	No ocupa	Mínima
<i>Invasión de Cantero</i>	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C

Intersección canalizada oblicua

Tabla 7. Giro desde Camino Secundario a Calzada Principal.

Parámetros/Vehículos	Bitren Tipo	Bitren Australia	Bitren Canadá	WB-15	WB-19
Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada	7.48 m	8.16 m	7.79 m	6.86 m	8.49 m
Rango de Ocupación Banquina Interna	Ocupa	Ocupa	Ocupa	Ocupa	Ocupa
Rango de Ocupación Banquina Externa	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C
Invasión de Cantero	No invade	Si	En la nariz	No invade	Si

Tabla 8. Giro a derecha desde Calzada Principal al Camino Secundario R= 15 m.

Parámetros/Vehículos	Bitren Tipo	Bitren Australia	Bitren Canadá	WB-15	WB-19
Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada	7.39 m	8.11 m	7.76 m	6.84 m	8.44 m
Rango de Ocupación Banquina Interna	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa
Rango de Ocupación Banquina Externa	Amplia	Amplia	Amplia	Amplia	Amplia
Invasión de Cantero	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C

Tabla 9. Giro a derecha desde Calzada Principal al Camino Secundario R= 25 m.

Parámetros/Vehículos	Bitren Tipo	Bitren Australia	Bitren Canadá	WB-15	WB-19
Ancho máximo de desplazam. sobre la calzada	5.47 m	5.93 m	5.71 m	5.13 m	6.25 m
Rango de Ocupación Banquina Interna	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa	No ocupa
Rango de Ocupación Banquina Externa	Media	Media	Media	Media	Amplia
Invasión de Cantero	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C

Tabla 10. Giro a derecha desde Calzada Principal al Camino Secundario R= 50 m.

Parámetros/Vehículos	Bitren Tipo	Bitren Australia	Bitren Canadá	WB-15	WB-19
<i>Se descarta este planteo por considerar que la planimetría propuesta no responde a las prácticas usuales de Diseño Geométrico de este tipo de intersecciones.</i>					

6 Consideraciones finales

El análisis del comportamiento del vehículo experimental se subdivide en función del sentido de circulación.

En la maniobra de *giro a la izquierda desde la Calzada Principal*, el Bitren Tipo ocupa la banquina externa (en la isleta partidora) en un rango de 0.50 a 1.50m, para cumplir el requisito impuesto de no invadir el cantero central.

El análisis del *giro a la izquierda desde el Camino Secundario hacia la Calzada Principal* en la intersección canalizada recta no presenta invasión de Banquina Interna o cantero central por parte del Bitren Tipo. En el caso del *acceso oblicuo* se observa que el mismo tiene un ancho de ocupación superior al desarrollado para el movimiento analizado anteriormente, lo cual se traduce en un uso amplio de la Banquina Interna (en la isleta partidora). Para la misma trayectoria se aprecia que el resto de los camiones en estudio invaden el cantero central, a excepción del WB-15.

En el análisis de los *giros hacia la derecha* la premisa es la circulación del Bitren Tipo por la rama sin invadir la banquina interna. Para cumplir con esto, el vehículo en estudio se ve obligado a ocupar una porción de la banquina externa. Como es de esperarse, el caso más crítico se presenta para el radio interno de 15m.

Se observa que para el diseño de ramas con $R=15m$, tanto para la intersección recta, como para la oblicua, el rango de ocupación de la Banquina Externa del Bitren Tipo es superior a 1.50m. Sin embargo debe tenerse presente que esta solución es un diseño que surge de parámetros mínimos permitidos por la Norma, factibles de utilizar en una situación extrema, pero *no responde a la práctica habitual*.

En el caso de la maniobra de giro en ramas de $R=25m$ en la intersección canalizada recta, la ocupación de la Banquina Externa disminuye notablemente a un valor inferior a 0.50m. En el caso de la intersección oblicua, la misma *augmenta* a valores entre 0.50m y 1.50m.

En cuanto al giro a derecha en rama con $R=50m$, que responde a un diseño menos exigente desde el punto de vista de la circulación de vehículos pesados, la ocupación de la Banquina Externa es mínima (entre 0.00m y 0.50m).

La comparación que se realiza con los demás Bitrenes tiene como objetivo fundamental verificar la consistencia de los resultados obtenidos con el vehículo en estudio, puesto que su configuración surge de valores adoptados ante la ausencia de un marco regulatorio. En este sentido, se observa un **comportamiento similar al del WB-23 canadiense**.

Por otra parte, el análisis del desempeño del Bitren respecto de los camiones definidos según Norma AASHTO, se observa que el comportamiento del mismo **se asemeja más al del WB-15 que al del WB-19**, a pesar de la similitud de la longitud máxima del vehículo en estudio con este último.

En síntesis, **la ausencia de reglamentación actual** que permita definir con mayor exactitud las dimensiones del Bitren autorizado en nuestro país y la indefinición de los corredores autorizados para la circulación de los mismos, **limita** la determinación de un entorno más preciso de variables para la simulación. Frente a esta situación, se modelan un grupo de intersecciones, un posible Bitren de diseño y sus trayectorias.

En este contexto, se concluye que el mismo puede desarrollar las maniobras de giro para los casos evaluados en el presente estudio, con una ocupación de banquina externa variable. A partir de lo expuesto, se estima conveniente **la pavimentación de la misma en**

un ancho mínimo de 1.50m, lo que permitiría una circulación más segura no solo para el Bitren Tipo, sino también para los demás vehículos pesados que transitan actualmente por la Red Vial Nacional.

7 Referencias bibliográficas

[1] A. Keim H.L. Giagante. “Bitrenes, un camino para prolongar la vida útil de las Carreteras”. XVI CAVyT (Argentina). Área temática 7: Transporte y Logística. Numero de orden: 178, pp.2, 2012.

[2] Boletín Oficial de la República Argentina. Decreto N° 574/2014. Recuperado el 10/09/2014 de:

<http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=229141>

[3] Provincia de San Luis. Decreto N° 989/10. Secretaría General, Legal y Técnica, pp. 1, 2010. Recuperado el 10/09/2014 de: <http://ministerios.sanluis.gov.ar/res/media/pdf/19206.doc>

[4] Pereyra, C. Video: así maniobran los camiones Bitrenes argentinos, 2014. Recuperado el 10/09/14 de <http://autoblog.com.ar/2014/05/02/video-asi-maniobran-los-camiones-bitrenes/>

[5] Alberta Transportation – “Part 1 – Dimension Limits”, pp. 1-2, 2013. Recuperado el 10/09/2014 de: <http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType281/production/B-train.pdf>

[6] Austroads. “Design Vehicles and Turning Path Templates Guide” – Third Edition, pp. 16, 2013. Recuperado el 10/09/2014 de: <http://www.austroads.com.au/images/road-design/AP-G34-13.pdf>

[7] Dirección Nacional de Vialidad. “Propuesta de actualización de Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial Edición 2010”. Capítulo 5: Intersecciones, pp. 34-35, 2010.