

**TITULO: Propuesta de medidas correctoras en el paso a nivel de más alta
incidencia de accidentes en Ciudad de la Habana, Cuba.**

AUTORES:

Ing. Oisy Hernández Menéndez. ISPJAE, Facultad de Ingeniería Civil. Dpto de viales. Ciudad de La Habana, Cuba. oisyhm@civil.cujae.edu.cu.

Dr. José Villarroel Castro. Centro de Investigación y desarrollo del transporte (CETRA). Ciudad de La Habana, Cuba. diagnostico@it.transnet.cu.

Ing. Debrezeit Barreras Robault. Centro Provincial de Vialidad, La Habana, Cuba. cpvlh@transnet.cu

RESUMEN

En la República de Cuba, las colisiones entre los vehículos automotores y el ferrocarril provocan 1.2 veces más muertos y heridos que las colisiones entre vehículos automotores. Además aproximadamente el 50% de todos los accidentes del ferrocarril ocurren en los pasos a nivel.

En este trabajo se muestran los diferentes factores que inciden en la accidentalidad de los pasos a nivel existentes en Cuba (aproximadamente 2 000), se expone y analizan las variantes de solución recomendadas para disminuir el riesgo de accidentes en el evaluado como más peligroso el ubicado en el kilómetro 1.6 de la línea central en Ciudad de la Habana. Este emplazamiento esta constituido por 3 vías férreas, por donde circulan la mayoría de los trenes de pasajeros que salen de la ciudad. Esta situación la agrava las condiciones de la vialidad y la circulación vehicular.

Para la elaboración de este trabajo se realizaron un conjunto de estudios técnicos que incluyen conteos vehiculares, levantamiento de las características geométricas y de circulación, entre otros. La propuesta de solución vial requiere de la modelación de la circulación vehicular y la valoración económica correspondiente, lo que permitirá establecer una metodología de tratamiento de la accidentalidad en pasos a nivel con similares características que el estudiado.

PALABRAS CLAVES: Pasos a nivel, accidentes, ferrocarril, vehículos.

1. INTRODUCCION

La situación de la accidentalidad en los ferrocarriles cubanos (FFCC) ha disminuido en los últimos años debido fundamentalmente a la poca circulación de los trenes por las vías de 16.5 a 6.3 millones de trenes/km, esta disminución también se aprecia en los accidentes en pasos a nivel ya que en el período analizado (1 991-2 007) el por ciento que estos ocupan del total ocurridos en los FFCC se hace cada vez menor. Sin embargo provocan más muertos y heridos que los accidentes del tránsito constituyendo una problemática muy importante para el país.

Para mejorar la situación existente en estas intersecciones es necesario realizar una serie de estudios o implantar medidas que conlleven a la disminución de la estos lamentables sucesos, y para ello se realizó el estudio de la composición vehicular de las dos intersecciones más cercanas al paso a nivel con mayor incidencia de accidentes en el país (Penichet), ya que en este paso es necesario adoptar soluciones viales que eviten la parada innecesaria sobre la vía férrea de los vehículos automotores que vienen de la calle Jesús López con destino a la Avenida del Puerto, al no poderse incorporar de inmediato a esta vía.

Este paso a nivel, se encuentra ubicado en el kilométrico 1.6 de la Línea Central, en los límites de la estación de Enlace del Gas, interceptándolo 3 vías férreas, por donde circulan la mayoría de los trenes de pasajeros que salen de Ciudad Habana, Cuba, que son los que desarrollan mayores velocidades, además de las locomotoras y vagones vacíos que se trasladan hacia los diferentes talleres para sus respectivos mantenimientos y avituallamiento.

Por la vía automotor circulan fundamentalmente los vehículos desde y hacia la Avenida del Puerto, con destino a las diferentes industrias y centros de trabajo ubicados en esta zona. El tránsito vehicular se caracteriza por la circulación de camiones, rastras de

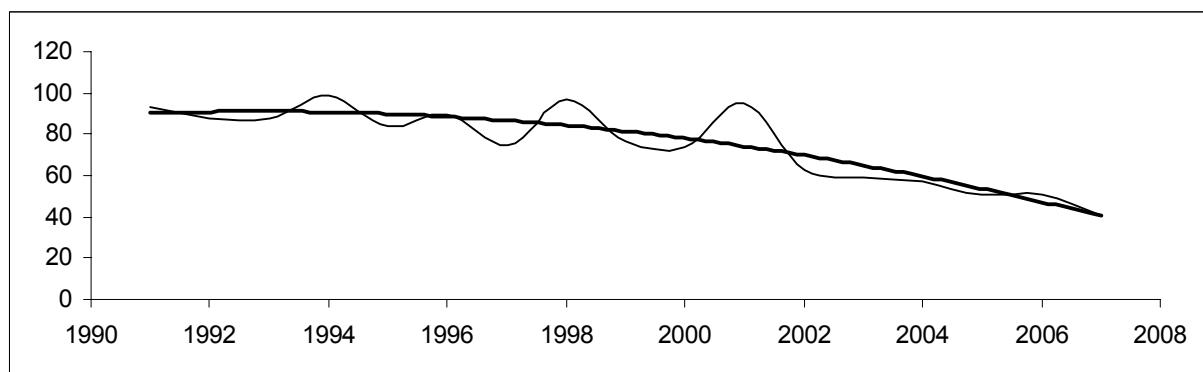
carga, dos rutas de ómnibus de transporte público, o sea, vehículos de desplazamiento lento y largo.

Por esta razón el objetivo fundamental de este trabajo radica en la mejora de la seguridad tanto vial como ferroviaria en el paso a nivel Penichet.

2. Análisis de la accidentalidad en los pasos a nivel:

El análisis estadístico de los accidentes del ferrocarril arroja que los ocurridos en pasos a nivel representan como promedio el $42\pm 4\%$ del total de accidentes de FFCC, que aunque han disminuido en número en los últimos 15 años (ver figura1) le proporciona al país grandes pérdidas tanto económicas como materiales. Estos accidentes a pesar de representar como promedio el 0,8% de los accidentes del tránsito deben ser analizados con profundidad ya que producen 1.2 veces más muertos y lesionados que los accidentes del tránsito.

Figura 1. Accidentes por año en pasos a nivel



Fuente: Datos de seguridad ferroviaria.

Dentro de los pasos a nivel de mayor incidencia de accidentes en el país se encuentran Penichet, Vento, Armada y Fontanar (ubicados en Ciudad Habana), todos considerados

como peligrosos ya que en Cuba se acepta como tal cuando ocurren cinco o más accidentes en un período de 5 años.

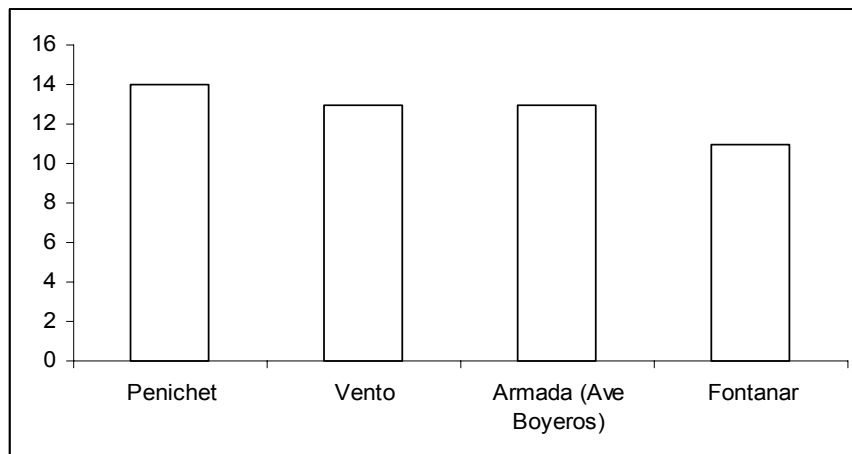
El paso a nivel Penichet, se encuentra ubicado en la Línea Central, donde por la cual los trenes o coches motores pueden circular a una velocidad máxima permitida de 120km/h. Los accidentes que ocurren en esta línea proporcionan el 24% del total de accidentes de los pasos a nivel del país, el 36% de los muertos y el 25% de los heridos.

2.1 Análisis de la accidentalidad en el paso a nivel más peligroso:

Como se puede apreciar en la figura 2, el paso a nivel Penichet es el de mayor accidentalidad en el período analizado ya que han ocurrido 14 accidentes en 15 años para una frecuencia aproximada de un accidente por año, que el 62% de estos accidentes son con vehículos pesados, que son los que más se demoran en atravesar las 3 líneas del ferrocarril que aquí se encuentran y el 38% restante es por los autos, además los choferes son culpables del 93% de los accidentes y el 7% restante es por el maquinista. Todo ello ha proporcionado 6 heridos y una demora para el ferrocarril de 1136min, influyendo este factor de demora en las pérdidas económicas de los FFCC.

Lo antes expuesto refleja que el 99.5% de estos accidentes es por factores humanos, entiéndase por ello: el conductor del vehículo automotor, el maquinista y el guardacruceiro todo esto unido al estado de las vías, educación vial y la falta de divulgación suman el 100% de las causas de todos los accidentes ocurridos en esta intersección.

Figura 2. Total de accidentes



Fuente: Datos de seguridad ferroviaria.

3. Análisis de la composición y flujo vehicular de Penichet:

Históricamente este paso a nivel ha sido considerado por la unión de FFCC como de alta peligrosidad ya que esta cantidad de accidentes pone de manifiesto determinados problemas de circulación vehicular. La deficiencia fundamental radica en la gran cantidad de vehículos automotores y los giros que se realizan en la zona de cruce o peligro de este paso a nivel (véase foto1), lo que provoca en ocasiones que los vehículos que toman izquierda de Jesús López hacia avenida del puerto se paren sobre la línea del ferrocarril para poder incorporarse hacia esta última.

Esta gran problemática unida a la falta de visibilidad requerida por norma¹ en esta intersección (véase foto 2) trae como consecuencia esta cantidad de accidentes en Penichet que no es aún mayor por la disminución de la circulación de los trenes de 16.5 a 6.3 millones de trenes/km.

¹ NC196-2: 2004 TRANSPORTE FERROVIARIO — CRUCES DE VIAS FERREAS CON VIAS AUTOMOTORES. PARTE 2: REQUISITOS DE VISIBILIDAD EN LOS PASOS A NIVEL.

Foto1: Identificación de la intersección.



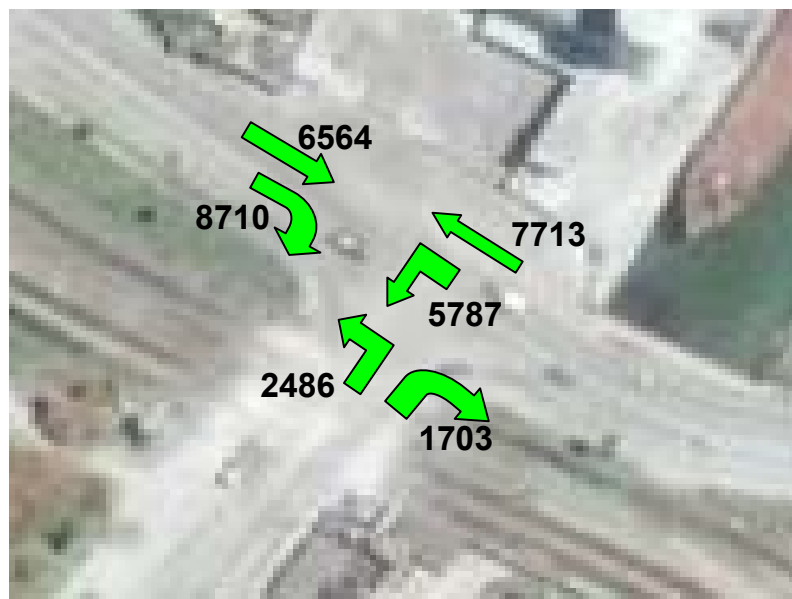
Foto 2: falta de visibilidad



Para realizar un análisis de la problemática existente es necesario contar con un estudio detallado de la composición y el flujo vehicular de la intersección Avenida del puerto y Jesús López que esta a pocos metros del paso a nivel Penichet (véase foto 3) y Ave del Puerto y Tallapiedra (intersección más cercana a poco metros de Alambique, crucero

ubicado en el Ramal La Coubre a 500m aproximadamente de Penichet) ya que cualquier variante de solución que se analice proporcionará un aumento del flujo vehicular en el paso a nivel colindante con Penichet.

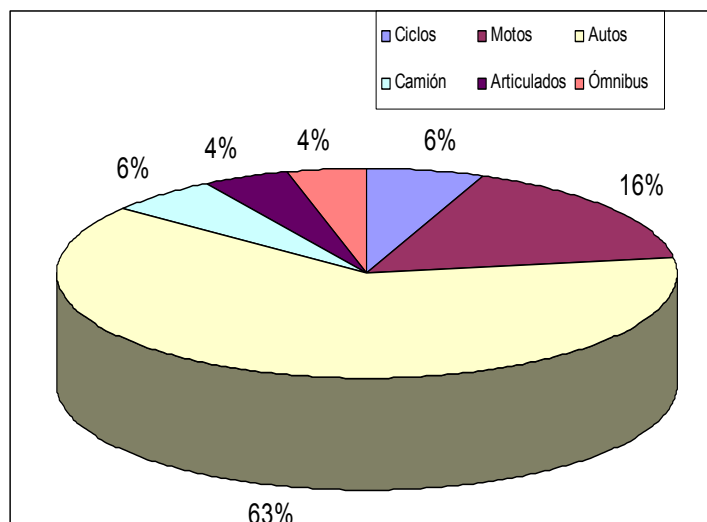
Foto 3: Flujo vehicular por movimiento



El total de vehículos o tránsito promedio diario de la intersección (TPD)=33 000veh/día, donde el 14 % de todos los vehículos son pesados y producen mayor cantidad de accidentes.

Con los datos de flujos por movimiento se obtuvo el tráfico de vehículos por cada acceso que permitirá realizar el análisis de las posibles variantes de solución, además se clasificaron sus vehículos por tipo arrojando la composición que se muestra en la figura 3. Además se determinó la hora de mayor tráfico de la intersección (Hora pico), obteniéndose que esta se encuentra entre las 5:45 a 6:45pm.

Figura 3: Composición vehicular en Avenida del puerto y Jesús López.



Fuente: elaboración propia

3.1. Comprobación del sistema de protección existente

Con los datos anteriores se puede determinar si realmente es un sistema lumínico sonoro (el que posee actualmente) lo que necesita Penichet, para ello se utiliza la metodología de la NC 196-3: 2006².

Se determina el Momento de tráfico (MT):

$MT = Ve \times T$ donde:

Ve -Vehículos equivalentes que pasan por el paso a nivel en ambos sentidos durante un período de 24 horas del día.

T - Cantidad de trenes que pasan por el paso a nivel en ambos sentidos y por todas sus vías férreas, durante el mismo período de tiempo para el que se determinó Ve.

² NC 196-3: 2006 TRANSPORTE FERROVIARIO—CRUCES DE VÍAS FÉRREAS CON VÍAS AUTOMOTORES — PARTE 3: CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE PASOS A NIVEL

Donde:

$$Ve = \sum_{i=1}^{n=15} TV_i \times Ce_i \quad \text{y } T=8 \text{ porque transitan 4 pares de trenes diarios}$$

TV_i - Cantidad máxima por tipos de vehículos que pasa por el paso a nivel.

Ce - Coeficiente de conversión a vehículo equivalente.

i - Clasificación de los tipos de vehículos que pueden pasar por el paso a nivel.

n - Cantidad máxima de tipos de vehículos que pueden pasar por el paso a nivel,

El total de vehículos TV_i no será el mismo de la intersección ya que los vehículos que siguen por la Avenida del Puerto no interfieren en el paso a nivel por tanto:

$MT= 20408*8= 163266$ que según la norma el sistema de protección correspondiente a este paso a nivel, con la velocidad de 30 km/m y el Momento de Tráfico calculado es de tipo 4 (lumínico sonora), que es la que existe.

4. Análisis de las posibles variantes de solución para la problemática vial existente:

Para determinar las posibles variantes de solución se caracterizó la zona entre las dos intersecciones estudiadas (Avenida del Puerto y Jesús López y Avenida del Puerto y Tallapiedra) mostrando la existencia de centros laborales de poco tráfico vehicular en la Avenida, que trae como consecuencia que entre una intersección y la otra no existan grandes pérdidas por concepto de desvío hacia estos centros.

Los vehículos que transitan por el paso a nivel Penichet van a velocidades muy bajas, alrededor de 9km/h, que esto produce una pérdida por concepto de demora y la cola de vehículos dentro de la zona de cruce es mucho mayor que en otra vía de velocidad mayor como Avenida del puerto donde la velocidad de circulación es 60km/h.

Posibles soluciones la problemática vial existente:

1. Eliminar la izquierda de los vehículos que van de Jesús López hacia Avenida del puerto.
2. Semaforizar la intersección teniendo en cuenta el tiempo que se demora el tren en transitar por la vía férrea.

4.1 Análisis de la primera variante de solución

La variante de eliminar la izquierda de Jesús López hacia Avenida del Puerto tiene tanto ventajas como desventajas:

Ventajas:

- Menor costo de inversión.
- La circulación de los vehículos por Avenida del puerto sería libre como hasta ahora.
- Menor cantidad de vehículos en la zona de cruce. Entre otras.
- Por el paso a nivel Alambique transita solo un tren actualmente y en el período analizado solo a incurrido una colisión siendo 100% culpa de chofer.
- Evita la parada innecesaria sobre las tres vías de ferrocarril existentes en Penichet.

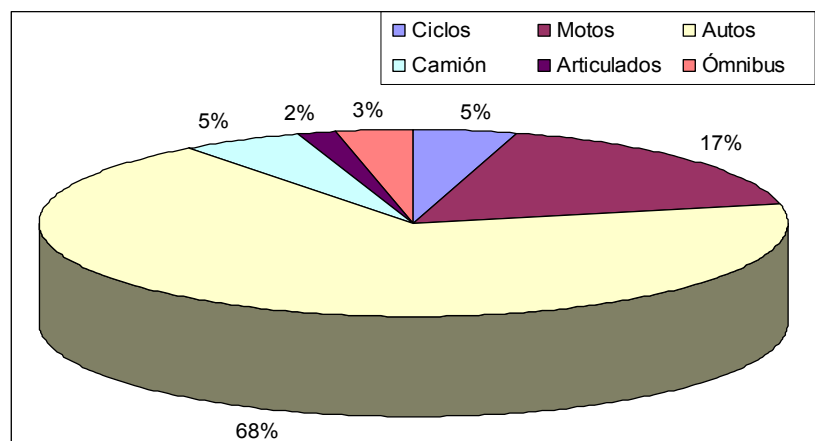
Desventajas:

- Falta de costumbre de los conductores.
- Aumento de la cantidad de combustible a consumir en la primera etapa de prueba.
- Aumento del flujo vehicular en la intersección Avenida del Puerto y Tallapiedra.

Todas las desventajas antes mencionadas pudieran ocasionar una problemática en la intersección colindante, es por esto que es necesario conocer la composición vehicular (ver figura 4) de esta intersección para analizar que pueda ocurrir con el aumento de la que se avecina.

Luego de clasificar los vehículos por tipo y determinar el total de vehículos o tránsito promedio diario de la intersección (TPD)=37 230 veh/día, se determinó la hora de mayor tráfico de la intersección (Hora pico), obteniéndose que esta se encuentra entre las 8:55 a 9:55am.

Figura 4: Composición vehicular en Avenida del puerto y Tallapiedra.



Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis de la segunda variante de solución

La solución de semaforizar la intersección tiene al igual que la primera variante ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Control del tráfico por los semáforos implantados.

- Mayor seguridad ya que los vehículos de ambas vías están obligados a seguir las leyes del tránsito
- Menor indisciplina del vehículo
- Evita la parada innecesaria sobre las tres vías de ferrocarril existentes en Penichet.
- Implantación de señales en la vía automotor que actualmente no existen.

Desventajas:

- Mayor costo de inversión.
- Avenida del puerto deja de ser una vía libre.
- Los semáforos que se implanten tendrán que ser puestos antes del paso a nivel y en Avenida del puerto, además las fases entre estos tres semáforos deben ponerse de tal forma que al vehículo más pesado y largo pueda cruzar las 3 líneas del ferrocarril y no choque con el tren que pueda venir en ese momento.
- Se formarán colas de vehículos en Avenida del puerto que se van a incorporar al paso a nivel, que antes no existía.
- Crea molestias al conductor por el aumento del tiempo de viaje en su recorrido diario y aumento del consumo de combustible por concepto de parada.

Ambas variantes tienen sus ventajas y sus desventajas pero cualquiera que se adopte le confiere a este paso a nivel una mayor seguridad vial que es lo que realmente se necesita, siguiendo como principal objetivo la disminución de las pérdidas humanas y materiales por concepto de accidentes. La modelación de las variantes será objeto de estudio de ponencias posteriores.

Por todo lo anterior se puede concluir que existen factores comunes para elevar la seguridad en los pasos a nivel más peligrosos, son:

- El mejoramiento de la visibilidad existente.

- El mejoramiento de las soluciones viales y de tránsito.
- El control de la circulación por ambas vías por parte de la PNR y seguridad ferroviaria.

5. CONCLUSIONES

1. En el paso a nivel Penichet es la intersección del ferrocarril con la vía automotor donde ocurre la mayor cantidad de accidente en Cuba.
2. Los accidentes que ocurren en Penichet son mayormente con vehículos pesados, ya que son los que más se demoran en cruzar las líneas.
3. El momento de tráfico calculado pone de manifiesto que el sistema de protección que actualmente existe es el adecuado según la Norma Cubana. NC 196-3: 2006.
4. La solución de la circulación vehicular en el PN de Penichet influye en el cruce Alambique.
5. La complejidad de los flujos vehiculares requieren de la modelación de las diferentes variantes de solución.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar la modelación del comportamiento de las variantes analizadas buscando la que mayores beneficios le produzca tanto al ferrocarril como a los vehículos automotores.
2. Continuar el estudio de otras variantes de solución buscando la forma de disminuir la accidentalidad de la forma más económica y viable.

7. BIBLIOGRAFIA

- Datos del Centro Nacional de Vialidad y Dirección de Seguridad Ferroviaria, del Ministerio del Transporte.(2008)
- Cuba. Dr. Villarroel J.M. y Junco A. M. Incidencia del factor humano en la accidentalidad en los pasos a nivel. Ponencia al Taller sobre “La accidentalidad en los pasos a nivel”, al el 29 de mayo del 2002, 9p
- Cuba. Dr. Villarroel J.M. Factores que inciden en la accidentalidad en los pasos a nivel. Ponencia al Taller sobre “La accidentalidad en los pasos a nivel”, 2004, 10p
- Cuba. Fonfría. Los pasos a nivel. Accidentalidad requisitos mínimos para su seguridad. Ponencia al Taller sobre “La accidentalidad en los pasos a nivel”, el 29 de mayo del 2002.
- NC 196-2: 2004. Transporte ferroviario-Cruces de vías férreas con vías automotores. Parte 2: Requisitos de visibilidad en los pasos a nivel.
- NC 196-3: 2006. Transporte ferroviario-Cruces de vías férreas con vías automotores. Parte 2: Clasificación y selección de los sistemas de protección de pasos a nivel.