

FACTOR QUE PROVOCÓ LA DISMINUCIÓN DE LA VELOCIDAD EN LA VÍA CENTRAL DEL FERROCARRIL DE CUBA EN LA PROVINCIA DE MATANZAS

Ing. Dayam Ramos Manrique¹, Ing. Anaibelis Díaz Guerra², Ing. Dayrena Díaz Cárdenas³

1. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. dayam.ramos@umcc.cu
2. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. anaibelis.diaz@umcc.cu
3. Empresa de Aplicaciones Informáticas Desoft División Matanzas, Calle San Luis es/ 258 y 300 Pueblo Nuevo, Matanzas, Cuba. dayrena.diaz@mtz.desoft.cu



Monografías



Resumen

El transporte ferroviario ocupa un lugar importante en muchos países ya que dentro de los beneficios que aporta están la posibilidad de transportar cargas masivas y a bajo costo, lograr la regularidad de su funcionamiento y además grandes velocidades. En el mundo, en los últimos años, este tipo de transporte ha manifestado una tendencia a incrementar la velocidad, lo cual contrasta con la situación actual del ferrocarril en Cuba. Es por ello que a través de un procedimiento se realiza un estudio para determinar el factor que provoca la disminución de la velocidad en la Vía Central del Ferrocarril de Cuba en la provincia de Matanzas a partir del análisis de los componentes de la superestructura y las condiciones de diseño de la misma, comprobándose que la causa fundamental se debe a la falta de mantenimientos y de reparaciones de la vía ferroviaria.

Palabras claves: Vía de Ferrocarril; Superestructura; Diseño; Velocidad; Deterioro.

Introducción

El transporte es una de las ramas principales de la economía nacional y mundial. Ninguna sociedad puede desarrollarse sin realizar transportaciones. Su misión es trasladar personas o cosas y destruir de este modo, los obstáculos derivados de la distancia. Aunque no produce nuevos productos, constituye una etapa inevitable y esencial dentro de todo proceso de comercialización y distribución pues su producción estriba en la transportación y traslación de pasajeros y cargas físicas.

En cualquier país, el transporte es uno de los sistemas más importantes, pues sirve de enlace entre todas las ramas de la economía nacional y entre las provincias y regiones del país. El mismo contribuye también a propagar los conocimientos, las experiencias, el avance en las ciencias y el arte.

El transporte es una condición necesaria, aunque no suficiente, para el éxito de cualquier programa económico y su papel depende de varias causas a analizar: condiciones geográficas, tipo de transportación, desarrollo económico del país, entre otros.

Dentro de los medios de transporte existen distintos tipos como: marítimo, fluvial, aéreo y terrestre (este último se subdivide en automotor y ferrocarril).

El grado de participación de los distintos medios de transporte en el trabajo no es el mismo. Cada uno tiene su método de explotación, su economía, su equipamiento y su esfera de aplicación. El transporte ferroviario ocupa un lugar importante en muchos países, por sus posibilidades de transportar cargas masivas y a bajo costo, lograr grandes velocidades y la regularidad de su funcionamiento; todo esto hace que el ferrocarril se diferencie favorablemente de los demás medios de transporte.



El ferrocarril se compone de varias ramas que se entrelazan de forma tal que constituyen un complejo, una unidad económica. Uno de los aspectos más importantes del mismo es, sin lugar a dudas, la vía férrea, pues es el sector ferroviario de mayores inversiones. Por esto, una correcta proyección, construcción y explotación de la vía constituye una importante tarea para la economía nacional de un país.

En los últimos años el ferrocarril a nivel internacional manifiesta una tendencia al aumento de la velocidad, surgiendo así los trenes de alta velocidad, los cuales alcanzan velocidades superiores a 200 km/h, lo que genera un incremento en la preferencia del pueblo para distancias cortas y medianas.

Nuestra revolución ha hecho grandes esfuerzos para ampliar el ferrocarril y llevarlo a los lugares más recónditos de nuestra geografía, tal es el caso de la reconstrucción de la Vía Central del Ferrocarril de Cuba, obra cumbre que se extiende 862 km a lo largo de nuestro país entre las provincias de La Habana y Santiago de Cuba con una superestructura capaz de soportar velocidades de hasta 140 Km/h, según su diseño.

Sin embargo, al analizar las velocidades de circulación que se desarrollan en la provincia de Matanzas por la Vía Central del Ferrocarril de Cuba se percibió que las mismas son inferiores a la velocidad con la que se diseñó esta vía férrea, la cual no excede en la mayoría de los casos los 70km/h.

Es por ello que nos proponemos determinar el principal factor que provocó la disminución de la velocidad en la Vía Central del Ferrocarril de Cuba en la provincia de Matanzas.

Desarrollo

El estudio de la velocidad se sostiene a partir de la necesidad que existe en nuestro país de invertir la tendencia a disminuir cada día más las velocidades de diseño de las vías, para así acoplarnos a las perspectivas del resto del mundo que son cada día a mejorar el transporte ferroviario y a convertirlo en el más rápido y confortable.

Teniendo en cuenta la premisa anterior, se efectuará un análisis de cada factor que influye en la disminución de la velocidad en la vía, a través de un procedimiento que analizará las partes componentes de la superestructura y los parámetros de diseño, tanto en recta como en curva.

El procedimiento para la evaluación de la vía estará formado por cuatro etapas, cada una de las cuales contiene los pasos que servirán de guía para hacer el análisis de la vía (ver figura 1).



Etapa I: *Recopilación de datos*

- ***Obtención de las referencias bibliográficas.***

Etapa II. *Análisis de los componentes de la superestructura.*

- ***Carriles.***
- ***Traviesas.***
- ***Balasto.***
- ***Fijaciones.***

Etapa III. *Análisis de las condiciones de diseño.*

- ***Vía en recta.***
- ***Vía en curva.***

Etapa IV. *Resultados.*

- ***Análisis de los componentes de la superestructura.***
- ***Análisis de las condiciones de diseño.***

Fig. 1: Procedimiento para la evaluación de los factores que influyen en la velocidad de diseño de la vía.



Etapa 1: Recopilación de los datos necesarios para el estudio.

1. Obtención de las referencias bibliográficas.

Este paso en la etapa 1 consiste en la obtención de las referencias bibliográficas necesarias para llevar a cabo la evaluación de la vía.

Con toda la información adquirida, dígame referencias bibliográficas, conferencias impartidas en la Universidad Marta Abreu de Las Villas, normativas referentes al diseño de vías férreas, diversas tesis y materiales recibidas a partir de la colaboración de distintos profesionales y centros de información como el ubicado en la Empresa de Ferrocarriles Matanzas, se partirá a la elaboración de los pasos restantes.

Etapa 2: Análisis de los componentes de la superestructura.

1. Carriles.

El carril es el elemento de la superestructura que mejor caracteriza a la vía férrea y atendiendo a las funciones que cumple y su rol en la seguridad del movimiento de los vehículos ferroviarios sobre la vía, se puede afirmar que es el más importante.

Los carriles presentan cinco funciones fundamentales dentro de la superestructura de la vía férrea que se resumen a continuación:

- Resistir y transmitir a las traviesas las cargas originadas por los equipos tractivos y de arrastre, así como los esfuerzos térmicos, consecuencia de la variación de temperatura.
- Guiar a los vehículos que circulan sobre la vía.
- Servir como superficie de rodadura asegurando elevada continuidad en planta y perfil.
- Elemento conductor para el retorno de la corriente eléctrica en las vías con este tipo de tracción.
- Conducir la corriente eléctrica para la señalización en vías con sistemas automatizados de señales.

El carril utilizado en la Vía Central del Ferrocarril, es el carril largo soldado ruso P-50 de 50kg/m el cual según su catálogo de fabricación, es el indicado para superestructuras con velocidades desde 100-160km/h.



Tabla 1: Características del carril P-50.

Tipo	Peso Kg/m	Área sección cm ²	Altura del carril mm	Ancho del patín mm	Altura de la corona mm	Ancho inferior de la corona mm	Ancho superior de la corona mm	Espesor de garganta mm	Altura del patín mm	Mtto. de inercia horizontal cm ⁴	Módulo de sección cm ³
P-50	51.62	65.94	152	132	42	71.9	70	16	27	2018	286

Situación actual de los carriles en la Vía Central

El estado actual de los carriles P-50 en la Vía Central es malo, pues existe presencia de corrosión que llevan hasta la pérdida de la sección transversal, problemas en las soldaduras, presenta grietas verticales u horizontales en la cabeza, cabeza aplastada, corrugación, desgaste, exfoliación, quemaduras por patinaje, defectos en los extremos, decoloración y trazas de herrumbre.

2. Traviesas

Son los elementos transversales al eje de la vía que sirven para mantener unidos y a la vez a una distancia fija a los dos carriles que conforman la vía, así como mantenerlos unidos al balasto, transmitiendo el peso del material rodante al balasto y, por intermedio de éste, al suelo.

Las traviesas se clasifican atendiendo al material que las compone, a su forma y al tipo de armadura.

Clasificación por el material:

- Traviesas de madera.
- Traviesas de acero.
- Traviesas de hormigón.

Clasificación por su forma:

- Traviesas bloques.
- Traviesas monobloque.
- Traviesas cuadro.

Clasificación por su armadura:

- Armadas.
- Pretensadas.
- Postensadas.



Las traviesas cumplen cuatro funciones fundamentales:

- Estabilidad de la vía.
- Mantenimiento del ancho de vía.
- Facilitar el asiento del carril con su inclinación 1:20 ó 1:40 según corresponda.
- Debe contribuir al aislamiento eléctrico de los carriles.

En la Vía Central se utiliza la traviesa de hormigón monobloque pretensada Cuba-71 y Cuba-73 la cual se considera la más racional, esta se produce en ambas plantas del país pero la de nuestra vía es proveniente específicamente del municipio de Santa Clara en la provincia de Villa Clara.

La misma está formada por un bloque de hormigón de alta resistencia ($450 - 500 \text{ kg/cm}^2$), en forma de viga trapecial, reforzada con alambres o barras de alto límite elástico, (según la tecnología), tensado en frío, de resistencia nominal de 190 kg/mm^2 .

Presenta un peso de 250 kg lo que lo hace un elemento pesado, de ahí la necesidad del uso de máquinas y herramientas para su manipulación.

Para su diseño se consideró una longitud de la traviesa de 245cm, ancho máximo de la traviesa de 26cm, alto máximo de la traviesa de 21cm y 48 alambres de alto límite elástico de 3mm de diámetro. Posteriormente se modificó el diseño a 16 alambres ALE de 6mm. La fuerza total de pretensado fue 360 kN, que equivale a 22,5 kN por alambre.

La traviesa monobloque pretensada CUBA 71, presenta un diseño eficaz, capaz de soportar las cargas normalizadas para vías férreas de primera categoría. En general se pide a los materiales un cemento de alta calidad, áridos de resistencia elevada y de tamaño uniforme. La resistencia a la compresión del hormigón debe ser mayor de 450 kg/cm^2 y la tensión de ruptura del acero debe estar por encima de 150 kg/mm^2 .

Situación actual de las traviesas en la Vía Central

En las traviesas de la Vía Central encontramos la corrosión del acero expuesto en las cabezas de los elementos lo cual puede originar la pérdida de las propiedades físico-mecánicas del mismo, disminuyendo el agarre al hormigón y por tanto la pérdida de las tensiones en el mismo.

Otra patología encontrada es la presencia de fisuras, la cual puede estar determinada por diferentes causas provenientes de los materiales que la conforman, sea el hormigón o el acero, los cuales deben cumplir con las especificaciones para este tipo de elemento debido a su tipicidad por la forma de trabajo a la que está expuesta.



3. Balasto

Se llama capa de balasto a una cubierta de material escogido que se tiende sobre la explanación y sirve de asiento a las traviesas.

El balasto desempeña varias funciones:

- Soportar las cargas y distribuir las sobre la plataforma, ya que las traviesas directamente sobre ella podrían hundirse al paso de los trenes.
- Constituir con las traviesas un lecho elástico para el apoyo de los carriles así como para recibir de estos los esfuerzos que le transmiten los trenes al pasar.
- Arriostamiento longitudinal y transversal a la vía, al proporcionar una base con las múltiples aristas vivas de las piedras.
- Facilitar el drenaje, ya que el balasto es una capa impermeable.
- Facilitar las operaciones de mantenimiento (nivelación y alineación).
- Resistencia al choque.

En Cuba el balasto se fabrica de piedra triturada con fracciones desde 19,1 a 63,5 mm; las piedras de tamaño inferior se utilizan solamente en patios y ramales secundarios. La Norma Cubana 197: 2004 *Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Balasto de piedra triturada. Especificaciones*, regula la granulometría en dos fracciones, de 63,5 mm a 38,1mm y de 38,1mm a 19,1 mm, diferenciando la granulometría de las rocas ígneas a la de las rocas calizas.

En nuestra Vía Central específicamente se utiliza un balasto proveniente de Arriete en Cienfuegos que es ígnea porfirita andesítica con una resistencia a la compresión de 700-1000 kg*f/. Además se utiliza ígnea Porfirio andesítico basáltica proveniente de Guáimaro en Camagüey con una resistencia a la compresión de 1100-1960 kg*f/.

Ambos balastos sobrepasan la resistencia de las canteras matanceras que no superan los 800kg*f/.

La norma cubana NC-197 del 2004 sobre el balasto de piedra triturada y sus especificaciones establece para la línea Central o vías similares una resistencia mínima a la compresión de 80 MPa; una abrasión inferior a 20-25%, triturabilidad menor del 15% y terrones de arcilla que no excedan el 0,25% en peso, lo que sólo cumplen muy pocas canteras y yacimientos de los que hoy se explotan y suministran piedra al sistema ferroviario cubano.

Situación actual del balasto en la Vía Central

En la actualidad existe elevado nivel de contaminación del balasto y pérdida en la sección transversal, lo cual produce:



- Disminución de la fricción entre las piedras del balasto.
- Reducción del ángulo de distribución de las presiones.
- Aumento de la presión sobre el terraplén.
- Disminución de la elasticidad de la vía y de la capacidad de mantener los parámetros de la geometría dentro de las tolerancias establecidas para cada tipo de vía.

4. Fijaciones

Las sujeciones y fijaciones son los elementos que hacen posible la continuidad estructural de la vía, uniendo el raíl con las traviesas.

Las principales funciones son:

- Mantener el ancho de la vía.
- Evitar el vuelco del carril.
- Impedir el deslizamiento longitudinal del carril.
- Elevar la elasticidad de la vía con traviesas de hormigón.
- Asegurar suficiente aislamiento eléctrico entre ambas filas de carriles en vías electrificadas o con sistemas de señalización que lo requieran.

Atendiendo a la forma en que se logra el anclaje del carril a la traviesa, las fijaciones se clasifican en:

- Fijaciones directas: El elemento de anclaje a la traviesa genera el apriete sobre el carril.
- Fijaciones indirectas: El carril se apoya en una placa de asiento metálica que se fija a la traviesa con elementos exclusivos a ese propósito. El apriete sobre el carril lo proporcionan otros elementos distintos al anclaje a la traviesa.
- Fijaciones mixtas: El carril se apoya en una placa de asiento rígida, pero el elemento de anclaje de la placa de apoyo es el mismo que aprieta el carril.

La fijación utilizada en la Vía Central es la tipo RN. Se diseñó en Francia hace más de 60 años para usarla en traviesas tipo RS e introducir el carril largo soldado. Su uso está muy generalizado en todo el mundo. Se utilizó en España, Francia, Portugal, Bélgica, Dinamarca, Rusia, Marruecos, Argelia, Cuba, México, Viet Nam, etc.

Situación actual de las fijaciones en la Vía Central

Las fijaciones presentes en el tramo de Vía Central analizado se encuentran con oxidación, partidas, torcidas, inadecuadas, flojas, muy apretadas, y hasta algunas faltantes.



Etapa 3: Análisis de las condiciones de diseño.

1. Vía en recta

Ancho de la vía en recta

Se denomina ancho de la vía o cartabón a la distancia entre los bordes interiores de los carriles, medido 13 mm por debajo de la superficie de rodadura. Por la conferencia de Berna en 1907 el ancho de vía internacional fijado es de 1435mm.

Tolerancias en el ancho de la vía

En la práctica se producen defectos que pueden alterar el ancho de la vía dando lugar a estrechamientos y ensanchamientos de la vía.

Las reglas para el mantenimiento normal de la vía establece en tramos rectos una tolerancia en ensanchamiento de +6 mm ($a=1441$ mm) y un estrechamiento de -4 mm ($a=1431$ mm) en tramos que admiten velocidades de hasta 120 Km/h.

Tolerancias de elevación de los carriles

Las partes superiores de las cabezas de los carriles de ambas filas deben situarse a un mismo nivel.

Se admiten en los tramos rectos de la vía a todo lo largo de una de las bandas de carriles mantener una diferencia de nivel de la corona de 4mm con respecto al carril de la otra banda.

En caso de que coincidan puentes con cama de balasto en tramos rectos de la vía, se admite mantener un desnivel de 4 mm, no sucediendo así para puentes metálicos de tablero superior cuando la longitud del puente es mayor de 25m.

En todos los tramos inspeccionados en la Vía Central cumple con los parámetros de tolerancia analizados anteriormente.

2. Vía en curva

En principio, podemos plantear que las curvas a utilizar en el ferrocarril para unir los tramos rectos pueden ser simples arcos de circunferencia.

Las curvas circulares se caracterizan por la longitud de su radio expresado en metros o por su grado de curvatura expresado en grado sexagesimal.



Determinación de la muestra a ensayar

Este paso consiste en determinar el número de curvas horizontales que son necesarias ensayar para obtener los datos reales de radio, peralte y velocidad de diseño de la Vía Central en la región matancera. Debido a que la vía analizada cuenta con alrededor de 133 km de longitud, se hace necesario tomar una muestra representativa de la cantidad total siguiendo el cálculo del tamaño de la muestra según Guerra et al. [2003], aplicándose la siguiente fórmula 1 para la determinación del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{S^2 \cdot E^2 \cdot N}{E^2 - S^2} \quad (1)$$

Donde:

n → Tamaño de muestra

S^2 → Nivel de confianza con el que se trabaja.

p y q → Varianza poblacional

E → Error con que el investigador desea trabajar.

N → Tamaño de la población.

Tabla 2: Tamaño de muestra de las curvas horizontales.

Datos	Curvas a analizar
	Antiguas provenientes de Matanzas
S	1,28-80%
p	0,50
q	0,50
E	0,20
N	43
Tamaño de muestra (n)	3

Lo que significa que son tres las curvas horizontales a analizar tomadas al azar de la Vía Central en la provincia de Matanzas.



Tolerancias del cartabón de la vía.

Tabla 3: Tolerancias del cartabón de la vía.

Cartabón en curvas			
Radio (m)	Cartabón (mm)	Tolerancia (mm)	
		+	-
>350	1435	6	4
350-300	1435	10	4
<300	1435	20	4

Las curvas analizadas cumplen con los rangos de tolerancias establecidos en la tabla 3.

Súper elevación y velocidad.

La Norma Ramal del Ministerio de Transporte 212: 1986. Superelevación de la vía férrea, estipula que todas las curvas con radio $R \leq 4000$ m poseen superelevación, limita su valor máximo $h_{\text{máx.}} = 150$ mm y la aceleración transversal no compensada a $\alpha_{\text{NC}} = 0,65$ m/s².

Al peralto práctico se le impone un valor máximo que no puede ser sobrepasado; en Francia y España es 180mm. En EEUU, Inglaterra, Alemania, Cuba y Rusia 150mm. En Japón en algunos casos han llegado hasta 220mm.

Debido a la diferencia entre el peralto teórico y el práctico los trenes rápidos circulan con insuficiencia de peralto.

La superelevación en el ferrocarril se determina por la fórmula siguiente:

$$(2)$$

Donde:

h: superelevación en mm.

R: radio de la curva en m.

V máx.: velocidad máxima que se desarrolla en una curva en Km/h.



El valor que se obtiene en la fórmula anterior se comprueba con el resultado de superelevación mínima:

(3)

Donde:

$h_{\text{mín}}$: Superelevación mínima requerida en el carril exterior. [mm].

Como solución se adopta el mayor valor obtenido de la aplicación de las expresiones 2 y 3.

Obteniéndose los siguientes resultados (ver tabla 4).

Tabla 4: Tolerancias del cartabón de la vía.

Curvas analizadas en la Vía Central del Ferrocarril de Cuba en Matanzas			
Datos	Curva 1	Curva 2	Curva 3
Radio	2000m	2000m	1800m
Peralte	150mm	140mm	145mm
Resultados			
Velocidad máx.	193 km/h	187 km/h	180 km/h

A través de la tabla 4 se demuestra que la vía en curvas puede alcanzar velocidades mayores de 160 km/h.

Etapa 4: Resultados.

1. Análisis de los componentes de la superestructura.

- **Carriles:** Los carriles utilizados en la vía son los de tipo P-50 diseñados por los rusos que cumplen los requisitos para el tipo de vía y velocidad de diseño de la misma.
- **Traviesas:** Las traviesas utilizadas son de hormigón pretensado Cuba-71 y Cuba-73 de tecnología soviética producidas en la planta de Santa Clara.
- **Balasto:** El balasto es piedra triturada traído de Arriéte y de Guáimaro, las dos canteras que presentan un material con incluso mayor resistencia que los existentes en nuestras canteras.



- **Sujeciones y fijaciones:** Las fijaciones que se utilizan son fijaciones elásticas directa tipo RN.

2. Análisis de las condiciones de diseño

- **Vía en recta:** Cumple con todos los parámetros de tolerancias establecidos por la RC 124 – 95 *Reglamentación sobre el sistema de inspección de la vía férrea, en función de la geometría y su clasificación*, en toda la longitud de la Vía Central de Ferrocarril de Cuba que transita por la provincia de Matanzas.
- **Vía en curva:** Según el cálculo de muestra se determinó que en general las curvas existentes en el tramo cumplen con el peralte establecido en las normas, así como con los radios para que al pasar el ferrocarril por ellas no tenga que disminuir su velocidad de diseño.

En el análisis realizado en las etapas 2 y 3 del procedimiento aplicado se demuestra, que las condiciones de diseño de la Vía Central de Ferrocarriles de Cuba en la provincia de Matanzas y los materiales utilizados en la superestructura cumplen con los parámetros establecidos, sin embargo, el tiempo de explotación y el bajo mantenimiento al que ha sido sometida han provocado el deterioro de la vía, disminuyendo significativamente sus prestaciones de servicio.

Conclusiones

La Vía Central de Ferrocarril de Cuba en la provincia de Matanzas, teniendo en cuenta los elementos que componen la superestructura y el diseño de la vía tanto en recta como en curva, puede llegar a alcanzar velocidades mayores de 160 km/h. En el análisis de las condiciones actuales en el caso de estudio, se concluyó que, a pesar de la afirmación anterior, la vía se encuentra en un grado de deterioro elevado debido al largo periodo de explotación continua y sobre todo al poco mantenimiento de las mismas. Lo anterior podría ser la causa directa de la disminución de la velocidad, por tanto, se recomienda hacer un análisis profundo en la conservación y el mantenimiento de las vías.

Bibliografía



- BLAY CARRAZANA, VIUNER (2014). *Revisión estructural de la traviesa monobloque de hormigón pretensado Cuba-71*. Chequeo tensional para la etapa de servicio. Trabajo de Diploma. Villa Clara (Cuba): Universidad Central “Marta Abreu”.
- DE ARMAS ANTIGUA, ADRIAN (2011). Trabajos a realizar para mejorar el estado técnico del Ramal Dubroq en la provincia de Matanzas. Trabajo de Diploma: Matanzas (Cuba): Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
- GUERRA, C. W.; MENÉNDEZ, E.; BARRERA, R. & EGAÑA, E. (2003) Estadística. Ciudad de la Habana (Editorial Félix Varela ed.).
- GARCÍA LOMAS, JOSÉ M. 1971. *Tratado de Explotación de ferrocarriles*. La Habana. Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro.
- LÓPEZ PITA A. 2006. *Infraestructura Ferroviaria*. España.
- MACHÍN PURÓN ING. LIVIA. 1985. *Vías Ferroviarias*. Ciudad de la Habana.
- NC. (53-140-85). *Vías Férreas*. Ciudad de la Habana.
- NC. (53-166-86). *Diseño geométrico de vías férreas*. Ciudad de la Habana.
- NC. (197-2004). Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Balasto de Piedra Triturada. Especificaciones. Ciudad de la Habana
- NC. (249-2003). *Transporte ferroviario. Vías férreas. Clasificación de vías férreas*. Ciudad de La Habana.
- NRMT. (37-2001). Transporte Ferroviario. Vías Férreas. Diseño Geométrico del Perfil. Ciudad de la Habana.
- NRMT. (79-03). *Transporte ferroviario. Vías férreas. Diseño geométrico de la planta*. Ciudad de la Habana.
- NRMT. (121-85). *Cartabón de la vía férrea*. Ciudad de la Habana.
- NRMT. (212-86). *Superelevación de la vía férrea*. Ciudad de la Habana.
- TORAYA JUAN DE LAS CUEVAS, (2001) 500 Años de Construcción en Cuba. La Habana.
- OLIVEROS RIVES, FERNANDO; ANDRÉS LÓPEZ PITA Y MANUEL MEJÍAS PUENTE. 1979. *Tratado de ferrocarriles*. Vía. Ciudad de la Habana. Editorial Científico-Técnica,



- RC 124-95. *Reglamentación sobre el sistema de inspección de la vía férrea en función de la geometría y su clasificación.*



CD de Monografías 2016
(c) 2016, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X