

**ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA NORMATIVIDAD GENERAL EN EL
SECTOR FERROVIARIO EN COLOMBIA**



Universidad Cooperativa
de Colombia



CARLOS MARIO LÓPEZ ESCOBAR

TRABAJO DE GRADO DIRIGIDO POR:

INGENIERO FREDY CUERVO LARA.

**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SANTA MARTA D.T.C.H.**

2019.

Nota de aceptación

Asesor

Evaluador

Evaluador

Santa Marta. 29 de Mayo de 2019.

A mi familia.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer el presente trabajo de grado, lo dedico a Dios, por ser el guía para continuar forjando cada paso en la vida, a mis padres, quienes que con su esfuerzo me han brindaron su apoyo para alcanzar este logro. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome sus palabras y su compañía, a lo largo de esta etapa. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Agradecer a la Universidad Cooperativa de Colombia ser parte de mi proceso formación profesional como Ingeniero civil, A través de los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos. Al asesor de proyecto, el ingeniero Freddy Cuervo Lara, por haber brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos, en el desarrollo del presente artículo de investigación. Agradezco amigos y compañeros de clases, por su tiempo, perseverancia, consejos, y la toma de decisiones, para alcanzar este logro.

RESUMEN.

La presente investigación, denominada: Análisis del estado actual de la normatividad general en el sector ferroviario en Colombia, pretende en todo momento caracterizar la norma, entendiendo que la misma fue diseñada para establecer pautas para diseñadores, constructores y explotadores de líneas férreas que permitirán su planificación, proyecto, construcción y aprovechamiento de manera ordenada y estable y que, a medio plazo, garantizarán la mayor seguridad en las circulaciones ferroviarias tanto en el transporte de carga como en el de pasajeros.

Para llevar a cabo este análisis, fue necesario describir la estructura organizacional en materia de transporte ferroviario, para ello se presentó un orden cronológico del sistema, un cuadro de las leyes, decretos y resoluciones que reglamentan el transporte férreo, Por último, se investigó, acerca del diseño de las vías (ancho de trochas, superestructura); material rodante (especificación de operación, control, operación y seguridad descritos en el manual de la normatividad técnica ferroviaria vigente en Colombia.

Palabras claves:

Normatividad, red férrea, ferrocarril, material rodante, operación, control, mantenimiento, seguridad.

ABSTRACT.

The present research, called: Analysis of the current state of the general regulations in the railway sector in Colombia, aims at all times to characterize the standard, understanding that it was designed to establish guidelines for designers, Builders and operators of railway lines that will allow their planning, project, construction and use in an orderly and stable manner and that, in the medium term, guarantee the greatest safety in the railway circulations both in the transport of Cargo as in passenger.

To carry out this analysis, it was necessary to describe the organizational structure in the matter of railway transport, for this a chronological order of the system was presented, a table of the laws, decrees and resolutions regulating the iron transport, Finally, it was investigated, about the design of the tracks (width of trails, superstructure); Rolling stock (specification of operation, control, operation and safety described in the manual of the Railway Technical regulations in force in Colombia.

Keywords:

Regulations, rail network, railway, Rolling stock, operation, control, maintenance, safety.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.1. Formulación problema.....	4
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. MARCO METODOLÓGICO.....	7
1.4.1. Tipo de investigación.....	7
1.4.2. Diseño de investigación.....	7
2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	8
2.1. Evolución histórica del ferrocarril en Colombia.....	8
2.2. Legislación colombiana con respecto al transporte ferroviario.....	13
2.3. Distribución de competencias según la organización actual del sector.....	18
3. NORMATIVA TÉCNICA VIGENTE EN COLOMBIA.....	20
3.1. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.....	20
3.1.1. Trocha.....	20
3.1.2. Dimensionamiento de la superestructura de vía.....	21
3.2. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN Y CONTROL FERROVIARIO.....	22
3.2.1. Limitaciones a la carga y otros aspectos.....	22

3.2.2. Velocidades de operación según el tipo de servicio.....	24
3.3.3. Capacidad teórica y real de un corredor ferroviario.	25
3.3. ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO.....	29
3.3.1. Parámetros y tolerancia de fatiga y desgastes de los componentes del material rodante. 29	
3.3.1.1. Componentes del material rodante susceptibles de operaciones de mantenimiento. ..	29
3.3.1.2. Plan de mantenimiento para componentes de mantenimiento para componentes de material rodante.....	31
3.3.2. Procedimientos de corrección de defectos de los componentes de material rodante.	32
3.3.2.1. Mantenimiento de material rodante.....	32
3.3.2.2. Procedimiento de corrección de defectos de componentes de material rodante.	34
3.3.3. Esquema y estructura del control de material rodante en Pro de la seguridad.....	35
3.3.3.1. Control del material rodante.	35
3.3.3.2. Proceso de control del material rodante.....	37
3.4. ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD.	38
3.4.1. Reglamentación del tipo, volumen y peso de la carga.	38
3.4.2. Especificaciones mínimas para pasos a nivel.	39
3.5. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES.....	41
3.5.1. Medidas de buena práctica ambiental	41
3.5.2. Ruido.....	41
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.	43
4.1. Control de velocidades de operación.	44
4.2. Basculas de pesaje dinámico	44
4.3. Detectores de ejes calientes / ruedas calientes y objetos arrastrados	45
5. CONCLUSIONES.....	2
6. RECOMENDACIONES.	5
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	8

ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tabla 1. Desarrollo ferroviario en Colombia</i> -----	9
<i>Tabla 2. Líneas férreas departamentales</i> -----	12
<i>Tabla 3. Normograma del sector ferroviario en Colombia.</i> -----	13
<i>Tabla 4. Distribución de Competencias según la organización actual del sector.</i> -----	18
<i>Tabla 5. Inventario de la red ferroviaria nacional.</i> -----	19
<i>Tabla 6. Ciclos típicos de mantenimiento de material rodante por ciclos (D: días; M: meses, A: años)</i> -----	32
<i>Tabla 7. Tipo de mantenimiento recomendado para cada componente del material rodante en pro de la seguridad</i>	37
<i>Tabla 8. Tipos de trenes movilizados por cada operador.</i> -----	43

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 . Perfil tipo de riel: Izquierda perfil AREMA, centro perfil UIC; derecha perfil de viga.

.....22

INTRODUCCIÓN.

En el actual plan nacional de gobierno en el periodo 2018- 2022, se ha propuesto una política nacional para reactivación y consolidación del transporte ferroviario de carga. Por medio, de la formulación e implementación del plan maestro ferroviario, se busca principalmente reactivar el corredor férreo central, así como su interconexión, para generar condiciones que permitan al ferrocarril explotar las ventajas competitivas y fomentar la integración en las cadenas logísticas e intermodales, en articulación con el pacto por la sostenibilidad.

El sector ferroviario actualmente se ha visto desarticulado por causas de tipo económica, administrativa e incluso normativa; el (Ministerio de transporte, 2013) reconoce que la infraestructura y de las operaciones de la red férrea nacional, compuesta por 3154 km, de los cuales cerca de 743 km están concesionados de la siguiente manera:

- a. Red Férrea del Pacífico con una longitud de 498 km, la cual se encuentra concesionada a Ferrocarril del Oeste y que, de conformidad con los datos otorgada por el Concesionario en el año 2010, transportó 250 mil toneladas de productos varios y en el año 2011 se transportaron cerca de 34 mil toneladas.
- b. Red Férrea del Atlántico con una longitud de 245 km, la cual se encuentra concesionada a Ferrocarriles del Norte de Colombia S.A. – FENOCO S.A. y que, de conformidad con los datos otorgados por el concesionario, se transportaron en el año 2010 cerca de 36 millones de toneladas de carbón y 40 millones de toneladas en el año 2011.

Pensando en la situación del uso de la infraestructura ferroviaria del país y la estructuración de proyectos férreos a nivel nacional, el Gobierno Nacional a través del (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2013), en cabeza de la Dirección de Infraestructura, el día 09 de diciembre del 2013 Publico el Manual Técnico de Normatividad Férrea colombiana sobre factores de diseño, construcción, operación y control ferroviario, mantenimiento, seguridad ferroviaria y otras recomendaciones.

Dicha regulación es de vital importancia, porque permite mantener los criterios de seguridad en las circulaciones ferroviarias unificadas y normativas, con el fin de aumentar la eficiencia de la red siempre con niveles de seguridad y calidad elevados. En todo ello, juegan un papel fundamental las instalaciones de seguridad y comunicaciones, cuyo nivel de desarrollo tecnológico dependerá, normalmente, del número de circulaciones que se tienen en una línea o de si se desea incrementar la capacidad.

En el desarrollo de la presente investigación, se analiza el estado actual de la normatividad general en el sector ferroviario en Colombia y la metodología utilizada para el desarrollo comprende dos etapas. En la etapa 1 consiste en caracterizar la estructura organizacional del sistema ferroviario, en donde se presenta una evolución histórica del sector desde su creación hasta la actualidad, siguiente a esto, presenta la legislación colombiana y distribución de competencias según la organización actual del sector ferroviario; la etapa 2, se describe el Manual Técnico de Normatividad Férrea colombiana sobre factores de diseño, construcción, operación y control ferroviario, mantenimiento, seguridad ferroviaria, en lo que concierna al material rodante; la etapa 3, se puntualiza la información investigada en la normatividad aplicada en el tramo ferroviario Santa Marta, Magdalena – Chiriguaná, Cesar.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sistema férreo a nivel mundial ha justificado un método de transporte eficiente desde su creación, tanto, que sirvió de garante para la fundamentación de la era industrial y mantiene vigencia en operacional en la actualidad; cada país del mundo que se vio involucrado en el desarrollo de la industria, tuvo relación directa con el sistema ferroviario; en cada continente, los países de manera independiente mantuvieron la necesidad de salvaguardar los intereses propios del sistema de transporte, por protección a los intereses económicos del comercio y evitar altos costos.

En relación con lo expresado, en países de Europa y parte de Asia, desde la revolución industrial, dejó clara las intenciones de los países desarrollados en establecer políticas claras que permitieran la evolución constante del sistema ferroviario, tanto de carga como de pasajeros, a razón de ser, a este último en mención, ya se encuentran en países como Francia y Japón trenes que permiten alcanzar velocidades extraordinarias. La realidad que prevalece en Latinoamérica es quizás contraria a los países antes en mención, sin desmeritar la subsistencia de sistemas notablemente funcionales como es el caso de Brasil.

La actualidad del modo ferroviario en Colombia se caracteriza por ser una red desarticulada, esto debido a las bajas inversiones destinadas al sistema; en el país es visible la destinación de recursos a favor de la construcción y mantenimiento de carreteras que, en comparación con los modos restantes de los ferrocarriles, traduce en un sistema con sectores nulos y deficiencia operativa.

En relación, hasta el año 2013 cada operador de red o líneas ferroviarias de Colombia tenía autonomía para la gestión de estas, según él (Consortio EPYPSA-ARDANUY, 2012), establece que la desestructuración de la legislación y ausencia de reglamentos de seguridad y normativa técnica había provocado que cada operador desarrollara sus actividades de forma independiente, sin vínculo alguno ni coordinación con el resto, sin especificaciones para el establecimiento de criterios de construcción, explotación y seguridad en la circulación ferroviaria.

Por tanto, exista cierta inseguridad jurídica tanto para los operadores ferroviarios como para los usuarios del sistema; el Gobierno Nacional por medio del Ministerio de Transporte, la Dirección de Infraestructura, el 09 diciembre del 2013, emitió el Manual de Normatividad Férrea, el cual contempla criterios de diseño, construcción operación y control ferroviario, mantenimiento, seguridad ferroviaria.

1.1.1. Formulación problema.

Determinación de la estructura del sistema ferroviario en Colombia, en el marco legislativo y de especificaciones técnicas, bajos los aspectos de diseño; especificación de operación y control; mantenimiento y seguridad.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

Con el desarrollo de la presente investigación, se pretende lograr una observación sistemática de la literatura existente acerca del estado actual de la normatividad general en el sector ferroviario en Colombia desde el marco legislativo y normativo. Resulta importante determinar el estado en que encuentra estructurado el sistema de transporte en la actualidad, analizando que este sistema se ha visto abandonado con el paso de los años desde la legislación; sin duda, la iniciativa gubernamental y la generación de leyes estatutarias son las que determina el éxito o fracaso del sistema.

Este trabajo de investigación está dirigido a ingenieros civiles interesados, en profundizar en el ámbito de los ferrocarriles en el país, el propósito de este trabajo se basa enseñar los reglamentos de tráfico ferroviario, los cuales se constituyen textos legales en los que se establecen normas básicas a cumplir para las circulaciones de vehículos ferroviarios, en basado en los criterios de diseño, construcción, operación y control ferroviario, mantenimiento, seguridad ferroviaria esenciales y que determinan, a su vez, estas normas.

En concordancia, se espera la concepción de nuevas investigaciones que faciliten el estudio específico de temas o problemáticas de interés general, analizados con miras a soluciones desde la óptica de la ingeniería civil u otras ramas. En el país, aunque el sistema ferroviario sea un tema complejo, debe ser considerado un asunto de interés nacional y anqué se hagan intentos de reactivar completamente la línea férrea, pensando en un transporte multimodal, se debe incluso revisar que se ha hecho hasta el momento desde la legislación.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general.

Caracterizar la legislación general y normatividad técnica en el sector ferroviario en Colombia

1.3.2. Objetivos específicos.

- Representar en orden cronológico, el nacimiento y desarrollo del sistema ferroviario en Colombia.
- Identificar las leyes, decretos y resoluciones sobre el transporte férreo de Colombia.
- Describir el Manual Técnico de Normatividad Férrea colombiana sobre factores de diseño, construcción, operación y control ferroviario, mantenimiento, seguridad ferroviaria.

1.4. MARCO METODOLÓGICO.

La presente investigación, se realizó bajo el enfoque de revisión sistemática de literatura, que según lo determina (Cochrane, 2012), tiene como objetivo reunir toda la evidencia empírica que cumple unos criterios de elegibilidad previamente establecidos, con el fin de responder a una pregunta específica de investigación.

1.4.1. Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo descriptiva, partiendo de la definición planteada por (Arias, 1999), la cual consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o suceso con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulan hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.

1.4.2. Diseño de investigación.

Esta investigación se desarrolla bajo un diseño no experimental, puesto que no se llega a manipular las variables directamente, sino que se observa el fenómeno y su contexto natural para luego realizar un análisis. Así lo señalan (Hernandez, Fernande, & Baptista, 1991) en el que expresa que: “en un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador”; es decir, este estudio corresponde al análisis del estado actual de la normatividad general en el sector ferroviario en Colombia.

2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

En este capítulo, de forma cronológica el desarrollo del transporte en ferrocarril político y económico que ha vivido el sistema, en conjunto de normas, leyes, decretos y resoluciones que rigen; finalmente se presenta la distribución de competencias según las organizaciones que manejan el sector ferroviario en el país.

2.1. Evolución histórica del ferrocarril en Colombia.

En el libro denominado: Caracterización ocupacional; Transporte férreo, publicado por el (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2006); se relata que, a finales del siglo XIX y comienzos del XX, el ferrocarril se convirtió en un motor importante para el desarrollo de las exportaciones en Colombia, especialmente las de café, tabaco y cacao, debido a los recursos generados por la desvinculación de Panamá, dichos recursos fueron destinados, para construcción de infraestructura y consolidación del sistema férreo nacional.

El sistema ferroviario alcanzo niveles máximos de utilización a mediados de los años 70, no obstante, los problemas financieros de ferrocarriles de Colombia afectaron su sostenibilidad, por ende, el uso, fue obstaculizado por la falta de mantenimiento en la infraestructura y en el material rodante; posteriormente el desarrollo acelerado del transporte por carreta desplazo al ferrocarril, llevándolo hasta el estado de abandono.

Las actuales concesiones otorgadas, correspondientes a las líneas del Atlántico y pacífico, son concesiones de carácter integral, lo cual incluye rehabilitación y la conservación de la infraestructura, esto involucra la exploración y explotación del sistema. En la Tabla 1. Se presenta un resumen del desarrollo ferroviario Colombia.

Tabla 1. Desarrollo ferroviario en Colombia

AÑO	EVENTO
1835	Se expide en Colombia la primera Ley sobre vías férreas, trata sobre concesiones ferroviarias en Panamá y Portobelo, una vez exista un canal entre el océano atlántico y Pacífico.
1855	Se instala el último riel del ferrocarril de Panamá, constituyéndose en el primer ferrocarril del país.
1964	Se formula un plan vial de nominado “camino de ruedas - ferrocarriles”, pues a la fecha no existían aún vehículos automotores que transitaran por carreteras. Se dio un gran auge a la construcción de ferrocarriles y a convertir carreteras ya iniciadas como el caso de Cali – Buenaventura.
1869- 1871	Se construyó la segunda línea ferroviaria. Cubrió los 27 kilómetros entre Barranquilla y Puerto Colombia. Con un ancho de vía de 1.05 m. Constructor Hoenigsberg, wessels & Co. Firma alemana que luego pasó a ser “The Barranquilla Railway pier co. Lted” norteamericana; que debía ser vendida al estado colombiano en 1933. Abiertas las bocas de ceniza y habilitado el puerto de Barranquilla, la línea férrea fue levantada en 1940.
1872	Por medio de la Ley 52 Nace el proyecto ferrocarril del norte, cuya finalidad era unir a Bogotá con el Océano Atlántico.
1874	Llega Cisneros a Colombia, Contrata con el estado soberano de Antioquia la construcción del ferrocarril Puerto Berrío – Medellín, de 193 Kms. Entre 1874 y 1885 se construyen 37 Kms. Asume la dirección de la obra una junta compuesta por el Gobernador y dos ciudadanos elegidos por la asamblea. Se terminó la construcción del ferrocarril en 1929, cuando se encontraron en el túnel de la Quebra (3.742 m. de largo) las dos secciones de la línea. Una segunda sección entre Medellín y el río Cauca, hasta la estación de Jericó (127 Kms), se concluyó en 1930, en 1958 el ferrocarril pasó a la Nación.
1878	Se contrata el tercer ferrocarril construido en Colombia: Cúcuta – Puerto Villamizar, 40 Km hacia el norte cerca de la frontera con Venezuela. Se dio al servicio en 1888. En 1893 se hizo un segundo contrato para construir la línea Cúcuta – Río Táchira, de 16.2 Kms. Las dos secciones se conectaron por medio de un tranvía que corría dentro de Cúcuta. El ferrocarril se quiso prolongar entre Cúcuta y Pamplona, Kim. Se construyeron 21 Kms. Hasta La Esmeralda, en 1929 se prolongó hasta el Diamante, Km 42; los 35 Kms. Faltantes para llegar a Pamplona, nunca se construyeron. Este tramo y el del Táchira, los compró el gobierno nacional en 1933, convirtiéndolos posteriormente en carreteras, quedando el tramo hacia el norte que se conectó en 1926 con el ferrocarril del Táchira de Venezuela, mediante ramal de 7 Kms se conectó a Puerto Santander, sobre la frontera, con lo cual quedaron empalmadas las dos líneas. Esta ha sido la única unión por ferrocarril de Colombia con el exterior. En 1958 se suprimió el ferrocarril de Cúcuta y se convirtió en carretera.
1878	Cisneros inicia la construcción del ferrocarril del Pacífico, Cali – Buenaventura, 174 Kms. En 7 años construyó 27 Kms. Se inauguró en 1915.
1879	Se inicia el ferrocarril Puerto Wilches – Bucaramanga. En 1932 llegó hasta cerca de Bucaramanga
1881	Se contrata con Cisneros la construcción del ferrocarril la Dorada – Girardot – Tolima – Huila.
1882	Se inician los trabajos de la Línea Santa Marta – Río Magdalena, en 1894 llegó a Sevilla (Km 67); en 1900 a Fundación (Km 96), donde quedó, utilizado exclusivamente para el transporte de banano.
1889	9 Se da al servicio el tramo Bogotá – Facatativá 40 Kms. Con trocha de 1 m de ancha.
1890	Se dio al servicio el ferrocarril hacia Girardot, con trocha de 91.5 cms, por lo cual había que hacer transbordo en Facatativá, situación que se resolvió en 1924, cuando se ordenó angostar la vía de la sabana.

1892	Se contrató el ferrocarril de Flandes – Ibagué; llegando a esta ciudad en 1925 y a Neiva en 1932, de Ibagué se trató de seguir a Armenia, construyendo los primeros 8 Km, allí quedó.
1894	Se pone en servicio el ferrocarril de Cartagena – Calamar (110 Km), para sustituir el tráfico por el canal del dique. En 1950 se reabrió el canal. En 1951 se suprimió el ferrocarril.
1896	Se inaugura la línea Bogotá – Zipaquirá, llamada ferrocarril del Norte. En 1935 se prolonga hasta Barbosa.
1911	Se decide unir Manizales con el río Cauca, en 1927 quedó lista la línea Cartago – Manizales (111 Km) pasando por Pereira. Tiene 10 túneles de 25 a 105 m de longitud. En 1955 los pereiranos levantaron los rieles “porque estorbaban la ciudad”, desde entonces Manizales.
1921	Se comienza el ferrocarril de Ambalema – Ibagué. En 1930 se concluyeron los 65 Kms. Entre Ambalema y Buenos Aires. Se inician los trabajos de la línea Bogotá – Sogamoso (235 Kms.), terminada en 1931. en 1952, al concluirse la Siderúrgica de Paz del Río, fue necesario prolongar la línea 6 Kms. Hasta belencito y 36 más hasta las minas
1922	La Ley 102 ordena construir un ferrocarril entre Cartagena y Popayán. Se autoriza al Gobierno para construir la línea Popayán – Pasto – Ipiales – Tumaco. Los trabajos se iniciaron en 1925, en 1932 el ferrocarril cubrió el tramo Tumaco – El Diviso (92 Kms.). Y ahí quedó. En 1944 se unió por ferrocarril la isla de Tumaco con el continente. En 1950 la Misión Curie aconsejó levantar los rieles y transformar el ferrocarril en carretera.
1925	En cumplimiento de la Ley 102 de 1922, se inicia la línea de Bolombolo hacia el norte del país y del límite entre los Departamentos de Bolívar y Antioquia hacia el sur, a buscar la anterior. Este proyecto nunca se realizó. Se empalma el ferrocarril del pacífico con el ferrocarril de Antioquia. El tramo La Virginia – La Pintada (82 Kms.), se concluye en 1946. Quedó Cartago unida con Medellín (305 Kms.). Entre Cartagena y Sincerín (ingenio azucarero) se construyeron 40 Kilómetros. Los rieles fueron posteriormente levantados.
1958	Se da al servicio el primer tramo del ferrocarril del Magdalena, entre la Dorada y Puerto Berrío (132 Kms.); segundo tramo Barrancabermeja – Puerto Wilches (22 Kms.), se da al servicio en 1959; también el tercer tramo: Fundación – Bosconia – El Paso (32 Km); en 1960: cuarto tramo Bosconia – El Paso (32 Kms.); quinto tramo, El Paso – Chiriguaná (45 Kms.); 1961, sexto tramo, Gamarra – Santa Marta (238 Kms.).
1961	Fue posible integrar las líneas que habían sido construidas en el último siglo, uniendo entre sí las principales ciudades con los puertos de Santa Marta y Buenaventura. En ese mismo año, la red férrea del país alcanza su máxima longitud que fue estimada en 3.431 Km, pero posteriormente comienza la decadencia de este modo de transporte
1972	Por el desbordamiento del río Cauca que destruyó la línea de tren que comunicaba a la ciudad de Medellín con el Pacífico, y a su vez, suspendió la interconexión de las redes del Atlántico y del Pacífico.
1975	Se hizo evidente una aguda crisis financiera en los Ferrocarriles Nacionales originada por la carga prestacional con que nació la empresa, la rigidez del manejo laboral atada a múltiples leyes y convenciones colectivas, el sobredimensionamiento y mala distribución de la planta de personal y el alto porcentaje de pensionados respecto al personal activo, originaron unos altos costos que absorbieron un gran porcentaje de los recursos, en detrimento de las inversiones para el mantenimiento y conservación de la red férrea. De otra parte, los criterios de explotación de la red no tuvieron en cuenta elementos de rentabilidad, por lo que se operaron líneas improductivas, creando subsidios cruzados en la operación. Todo esto, unido a la falta de políticas integrales de transporte y al exceso de funciones que desempeñaba la empresa, incrementó sustancialmente los costos operativos en contraposición con los bajos ingresos por la prestación del servicio. La consecuencia lógica de dicha situación fue un déficit operativo y financiero que se mantuvo y se incrementó con el tiempo, aumentando las pérdidas y generando mayor deterioro en la infraestructura y el equipo por la falta de inversión.

1989	Se creó la Empresa Colombiana de Vías Férreas (FERROVÍAS), empresa industrial y comercial del estado encargada de mantener, mejorar, rehabilitar, extender, modernizar, explotar, dirigir y administrar la red férrea nacional, y se autorizó la creación de empresas de transporte ferroviario de carácter mixto o enteramente privado, para la explotación y comercialización del sistema.
1998	Ferrovías estructuró y adjudicó en 1998, la Concesión de la Red Férrea del Pacífico, y posteriormente, en 1999, la Concesión de la Red Férrea del Atlántico, proyecto con el cual se esperaba recuperar 1.991 Km de red férrea. Pero este plan no logró los resultados proyectados para la primera etapa, a pesar de que el gobierno invirtió más de US \$ 220 millones en la rehabilitación de buena parte de las líneas férreas, que mantenían los trazados y la trocha angosta.
2003	Se suprimió la empresa Ferrovías y se dispuso la cesión de los contratos de concesión y los inherentes al mismo, al Instituto Nacional de Concesiones (INCO) que fue creado en el mismo año con el objeto de planear, estructurar, contratar, ejecutar y administrar los negocios de infraestructura de transporte que se desarrollaban con capital privado y en especial las concesiones, en los modos carretero, fluvial, marítimo, férreo y portuario.

Fuente: Guía de gestión ambiental subsector férreo (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., 2004)

En el Informe de seguimiento a proyectos, sistema férreo nacional Publicado por (Camara Colombiana de la infraestructura, 2012) sostiene que:

“en los últimos cuarenta años se han presentado grandes cambios institucionales e importantes iniciativas gubernamentales que no prosperaron y que llevaron al declive de la actividad ferroviaria, situación que hoy nos llevan a decir que en nuestro país prácticamente el tren es inexistente, ya que por largo tiempo fue el modo de transporte más olvidado, y todos los esfuerzos por corregir esta situación han fracasado.”

En concordancia con el párrafo anterior, se denota que hasta la presente, los problemas son más complejos, caos particular como la insuficiente demanda de carga, la falta de mantenimiento, el estado de la infraestructura que se ha agravado tras las olas invernales, de la red, el desequilibrio financiero de los grupos concesionarios, la inexperiencia de los operadores. A continuación, en la Tabla 2, se detalla la serie las líneas férreas departamentales.

Tabla 2. Líneas férreas departamentales

FERROCARRIL	RUTA	TROCHA (mm)	AÑOS
Ferrocarril de bolívar	Barranquilla - Puerto Salgar -Puerto Colombia	1667	1869 - 1873
Ferrocarril de Santa Marta	Santa Marta - Ciénaga - Aracataca – Fundación	914	18881 - 1906
Ferrocarril de Cartagena	Cartagena – Calamar	914	1889 - 1894
Ferrocarril de Girardot	Girardot - Apulo - Facatativá (Empalme con FC de la Sabana)	914	1880 - 1909
Ferrocarril de La sabana y Cundinamarca	Bogotá - Facatativá - Puerto Salgar	914	1881 - 1909
Ferrocarril del Norte	Bogotá - Puente del común - Cajicá - Zipaquirá - Chiquinquirá – Barbosa	1000	1889 - 1935
Ferrocarril del sur	Soacha - Sibaté - Bogotá (Empalme con FC de la sabana) - Salto del Tequendama	1000	1895 - 1927
Ferrocarril del Oriente	Puente Nuñez - Rio Fucha - Yomasa - Usme	914	1914 - 1931
Ferrocarril del Carare	Tunja – Vélez	914	1925 - 1928
Ferrocarril del Nordeste	Bogotá - Usaqué - Albarracín - Tunja - Sogamoso - Paz del Rio	914	1925 - 1938
Ferrocarril del Pacifico	Buenaventura - Córdoba - Dagua - Yumbo - Cali - Palmira - Buga - Tuluá - Bugalagrande - Zarzal - Cartago y Cali - Jamundí - Popayán	914	1872 - 1927
Ferrocarril del Tolima - Huila	Girardot - Ibagué (Empalme con FC Armenia) - Chicoral - Espinal - Villavieja - Neiva	914	1893 - 1937
Ferrocarril de Antioquia	Puerto Berrío – Medellín	914	1874 - 1914
Ferrocarril de Armenia - Ibagué	Armenia (Empalme con FC Pacifico) - Ibagué (empalme con FC Tolima)	914	1914 - 1949
Ferrocarril de Caldas	pereira - Puerto Caldas - Manizales y Perera - Quimbaya - Armenia (empalme con FC pacifico)	914	1915 - 1929
Ferrocarril de Cúcuta	Cúcuta - Puerto Santander - Venezuela y Cúcuta - Rio Táchira	1000	1878 - 1888
Ferrocarril del Atlántico	Puerto Wilches - Puerto Berrío - Puerto Salgar - Puerto Berrío -Gamarra - Fundación y la Dorada - Puerto Berrío	914	1950 - 1961

Fuente: Informe de seguimiento a proyectos, sistema férreo nacional (Camara Colombiana de la infraestructura, 2012)

2.2. Legislación colombiana con respecto al transporte ferroviario.

En Colombia existen diversas normas y leyes que afectan el sector ferroviario (Consortio EPYPSA-ARDANUY, 2012) descritas en el informe ejecutivo estudio para la elaboración del marco normativo férreo colombiano enfocado en factores técnicos de diseño, construcción, mantenimiento, operación, control y aspectos de seguridad (Ministerio de transporte, 2013). En la Tabla 3, se presenta una sinopsis de la legislación colombiana que regula de forma el modo férreo en Colombia.

Tabla 3. Normograma del sector ferroviario en Colombia.

NORMOGRAMA			
Tipo de norma	Título	Expedido por	Síntesis
Ley 76 del 15 noviembre de 1920	<i>"Sobre policía de ferrocarriles"</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Construcción, mantenimiento, seguridad y control Estado: Vigente, con algunas actualizaciones de articulado realizadas en los años 1953, 1962, 2002 y 2010.
Ley 146 del 31 diciembre de 1963	<i>"por la cual se ordena a la Nación, Departamentos y Ferrocarriles Nacionales, la construcción de unas obras, y se reglamenta la futura construcción de carreteras y líneas férreas."</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Construcción. Estado: Vigente, con algunas actualizaciones de articulado realizadas en el año 1993.
24 del 27 de agosto de 1975	<i>"por la cual se da un nombre al Ferrocarril del Valle del Río Magdalena."</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Organización. Estado: No está vigente por agotamiento del objeto.
Ley 30 del 6 abril de 1982	<i>"Por la cual se modifica la Ley 64 de 1967."</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Organización. Estado: Vigente

Ley 21 del 2 de febrero de 1988	<i>"Por la cual se adopta el programa de recuperación del servicio público de transporte ferroviario nacional, se provee a su financiación y se dictan otras disposiciones."</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Organización. Estado: Vigente. La ley fue reglamentada por los Decretos: 1591 de 1989, 1590 de 1989, 1589 de 1989, 1588 de 1989
Ley 1 del 10 de enero de 1991	<i>"Por la cual se expide el estatuto de Puertos Marítimos y se dictan otras disposiciones"</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Organización. Estado: Vigente
ley 105 del 30 de diciembre de 1993	<i>"Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones."</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Organización y control. Estado: Vigente.
Ley 310 del 6 de agosto de 1996	<i>"Por medio de la cual se modifica la Ley 86 de 1989."</i>	(Congreso de la Republica)	Materia: Organización. Estado: Vigente
Ley 336 del 20 de diciembre de 1996	<i>"Por la cual se adopta el estatuto nacional de transporte"</i>	Congreso de la republica	Materia: Organización, seguridad y control. Estado: Vigente.
Ley 769 del 20 de diciembre de 2002	<i>"Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones"</i>	Congreso de la republica	Materia: Organización, seguridad y control. Estado: Vigente Modificada en varios artículos por la Ley 1383 de 2010
Ley 1383 del 16 de marzo de 2010	<i>"Por la cual se reforma la Ley 769 de 2002 – Código nacional de tránsito y se dictan otras disposiciones"</i>	Congreso de la republica	Materia: Organización. Estado: Vigente Esta ley fue modificada por la ley 1450 de 2011
Ley 1450 del 16 de junio de 2011	<i>"por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014"</i>	Congreso de la republica	Materia: Organización. Estado: Vigente.
Decreto 2770 del 23 de octubre de 1953	<i>"Por el cual se fijan normas sobre uniformidad de la anchura de las vías públicas nacionales y sobre seguridad de estas"</i>	Presidencia de la República	Materia: Construcción Estado: Desde el punto de vista técnico se encuentra obsoleto.

Decreto 1075 del 1 de abril de 1954	<i>"Se dictan algunas disposiciones con relación a la seguridad en pasos de nivel"</i>	Presidencia de la República	Materia: Construcción y seguridad Estado: Adoptado como legislación permanente por la Ley 141 de 1961, Ley 146 de 1963 y en la Ley 769 de 2002
Decreto 3129 del 28 de diciembre de 1954	<i>"Por la cual se crea la empresa Ferrocarriles Nacionales de Colombia"</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: Derogado por el Decreto 1586 de 1989
Decreto 1586 del 18 de julio de 1989	<i>"Por el cual se ordena liquidar la empresa Ferrocarriles Nacionales de Colombia, se adoptan normas para su liquidación y se dictan otras disposiciones."</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: Actualmente no aplica
Decreto 1587 del 18 de julio de 1989	<i>"Por el cual se dictan normas generales para la organización y operación del sistema de transporte público ferroviario nacional"</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: Vigente.
Decreto 1588 del 18 de julio de 1989	<i>"Por el cual se crea la Empresa Colombiana de Vías Férreas, Ferrovías, y se dictan normas para su organización y funcionamiento"</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: No es aplicable.
Decreto 2171 del 30 de diciembre de 1992	<i>"Por el cual se reestructura el Ministerio de Obras Públicas y Transporte como Ministerio de Transporte y se suprimen, fusionan y reestructuran entidades de la rama ejecutiva del orden nacional"</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: Vigente y modificado por: Ley 105 de 1993, Decreto 1179 de 1999 Decreto 2053 de 2003, Decreto 81 de 2000.
Decreto 3109 del 30 de diciembre de 1997	<i>"por el cual se reglamenta la habilitación, la prestación del servicio público de transporte masivo de pasajeros y la utilización de los recursos de la Nación."</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: vigente y es aplicable a sistemas ferroviarios suburbanos o de cercanías, o sistemas metro.
Decreto 3110 del 30 de diciembre de 1997	<i>"por el cual se reglamenta la habilitación y la prestación del servicio público de transporte ferroviario."</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización, control y seguridad Estado: Vigente

Decreto 1791 del 26 de junio de 2003	<i>“Por medio del cual el Gobierno suprime la Empresa Colombiana de Vías Férreas (Ferrovías) y ordena su liquidación”</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: No es aplicable.
Decreto 2056 del 24 de julio de 2003	<i>"por el cual se modifica la estructura del Instituto Nacional de Vías, Invías, y se dictan otras disposiciones. "</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: Vigente
Decreto 1800 del 26 de junio de 2003	<i>“Por el cual se crea el Instituto Nacional de Concesiones INCO y se determina su estructura.”</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización, Estado: Vigente
Decreto 4165 del 3 de noviembre de 2011	<i>“Por el cual se cambia la naturaleza jurídica, cambia de denominación y se fijan otras disposiciones del Instituto Nacional de Concesiones -INCO.”</i>	Presidencia de la República	Materia: Organización. Estado: Vigente
Resolución 353 del 18 enero de 1996	<i>“Por la cual se fijan tarifas de peajes para el transporte de carga en el modo férreo durante el tiempo de rehabilitación de la vía férrea”</i>	Ministerio de Transporte	Materia: Organización. Estado: Vigente
Resolución 693 del 15 de septiembre de 1998	<i>“Por la cual se reglamenta la autorización para los permisos de cruce ferrovías”</i>	Empresa Colombiana de Vías Férreas FERROVÍAS	Materia: Organización. Estado: Vigente.
Resolución 0153 del 4 de junio de 2003	<i>"Por medio de la cual se modifica y adiciona el artículo tercero de la Resolución 366 del INCO"</i>	Empresa Colombiana de Vías Férreas FERROVÍAS	Materia: Organización. Estado: Esta resolución y la 693 de 1998 fueron adoptadas por la Resolución 366 del INCO
Resolución 1070 del 27 de marzo de 2006	<i>“Por la cual se establecen las tarifas correspondientes a los usuarios de transporte ferroviario de carga y pasajeros del corredor férreo Chiriguaná-Santa Marta”</i>	Ministerio de Transporte	Materia: Organización. Estado: Vigente.

Resolución 184 del 6 de enero de 2009	<i>“Por la cual se establecen las tarifas correspondientes a los operadores y usuarios de transporte ferroviario de carga y pasajeros en el corredor del sistema férreo central”</i>	Ministerio de Transporte	Materia: Organización. Estado: Vigente
Resolución 000453 del 12 de febrero de 2009	<i>“Por la cual se fija el procedimiento para el otorgamiento de los permisos para el uso, la ocupación y la intervención de la infraestructura nacional concesionada”</i>	INCO	Materia: Organización. Estado: Vigente
Resolución No. 1091 del 11 de junio de 2010	<i>“Por la cual se resuelve una petición relacionada con el levantamiento de la prohibición establecida en el literal (a) del numeral 13.5 del artículo segundo de la resolución 2018 de 20 de noviembre de 2007 modificado por el artículo tercero de la resolución 2377 de 26 de diciembre de 2007”</i>	Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial	Materia: Organización. Estado: Vigente.
Resolución 241 del 24 de mayo de 2011	<i>“Por la cual se fija el procedimiento para el otorgamiento de los permisos para el uso, la ocupación y la intervención de la infraestructura férrea nacional concesionada”</i>	INCO	Materia: Organización. Estado: Vigente

Fuente: (Consortio EPYPSA-ARDANUY, 2012)

Como se evidencia, existen diversas leyes y normas con referencias al sector ferroviario, aunque únicamente algunas de ellas son específicas para el mismo; se considera que la legislación en vigor actualmente ha sido fruto de las necesidades concretas en momentos determinados en función del estado del sector, por ello se dispone de un conjunto de leyes y decretos no estructurados ni organizados.

2.3. Distribución de competencias según la organización actual del sector.

Al referir a la organización del sector férreo, es importante desglosar los organismos que poseen correlación con el sector, a nivel nacional, desde el punto de vista legislativo y funcional. En la Tabla 3, se representa la distribución de competencias según la organización actual del sector en Colombia.

Tabla 4. *Distribución de Competencias según la organización actual del sector.*

ENTIDAD	NORMAS QUE ASIGNAN LAS FUNCIONES	FUNCIONES
MINISTERIO DE TRANSPORTE	Decreto 1587 de 1989 Decreto 2171 de 1992 Decreto 3110 de 1997 Decreto 101 de 2000 Ley de 2001	Definición de la política: Definir, formular y orientar de la política de transporte público, entre ellos el transporte ferroviario. Función de habilitación y otorgamiento de permisos Regulación: Peajes, tasas, y tarifas sobre uso de la infraestructura vial.
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS	Decreto 2171 de 1992 Decreto 22056 de 2003	Ejecución de la política: Ejecutar la política, estrategias, planes, programas y proyectos del Gobierno Nacional en relación con la infraestructura vial no concesionada, de conformidad con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Transporte ejecutar las políticas, de las redes de transporte. Fijación y ejecución de la política en materia férrea. En materia férrea fijar y ejecutar las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la red. Regulación Definir la regulación técnica relacionada con la infraestructura del modo férreo
AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA	Decreto 4165 de 2011	Función concesional Planear, coordinar, estructurar, contratar, ejecutar, administrar, y evaluar proyectos de concesiones y otras formas de Asociación Publico Privada -APP, Para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública se transporte en todos sus modos.
SUPERINTENDENCIA DE PUERTOS Y TRANSPORTE	Ley 1 de 1991 Decreto 101 de 2000	Control y vigilancia Control y vigilancia de la aplicación y el cumplimiento de las normas que rigen el sistema de tránsito y transporte, así como las eficiente y segura prestación del servicio de transporte.
CONSEJO CONSULTIVO DE TRANSPORTE	Ley 105 de 1993 Decreto 2159 de 1994 Decreto 2172 de 1997	Función de consulta Servir de órgano consultivo del gobierno en materia de Transporte
NACIÓN- ENTIDADES TERRITORIALES.	Ley 105 de 1993	Construcción y conservación de la infraestructura de transporte de su propiedad.

--	--	--

Fuente: (EPYPSA-ARDANUY, 2012)

En la monografía denominada, Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia, publicada por (Kohon, Champin, Rodriguez, & Cortés, 2016), expresan que a la existente red ferroviaria del país se encuentra dividida en los siguientes bloques de tramos: el primero, correspondiente a tramos concesionados por la ANI; el segundo, bajo administración de la ANI para futura entrega en concesión; un tercero, con dos tramos privados; y un cuarto, el bloque administrado por el INVIAS. Cabe destacar la ausencia de información precisa relativa a los tramos de la red inactiva, que en su mayor parte se encuentra abandonada y en importante estado de degradación. La Tabla 5, muestra el inventario elaborado a partir de las fuentes consultadas.

Tabla 5. Inventario de la red ferroviaria nacional.

Red férrea inactiva a cargo de INVIAS	Km	Red férrea concesionada a cargo de la ANI	Km
Facatativá – Neiva	310	Red férrea del pacífico	
Espinal – Picalaña	47	Buenaventura - Cali	174
Facatativá - La Dorada	162	Cali - Cartago	173
La Dorada - Buenos Aires	177	Cartago - La Felisa	111
Soacha – Alicachín	7	Zarzal - La Tebaida	40
Zipaquirá – Lenguazaque	57	Subtotal red del pacífico	498
Lenguazaque – Barbosa	117	Red férrea del Atlántico	
Puerto Wilches - Bucaramanga	118	Chiriguaná - La loma - Ciénaga	207
Cartago - Manizales	111	Ciénaga - Santa Marta	38
La Tebaida - Pereira	74	Subtotal red del Atlántico	245
Cali – Popayán	159	Total	743
La Felisa - Alejandro López	47		
Alejandro López - Envigado	136		
Cabañas - Envigado	167		
Total	1689	Tramos por concesionar (administrados por la ANI)	Km
Red férrea privada	Km	Bogotá - Belencito	257
Cerrejón	150	La Caro - Zipaquirá	19
Paz del Rio	39	Facatativá - Bogotá	40
Total	189	Bogotá - Soacha	18
		La Dorada. - Chiriguaná	522
		Grecia - Cabañas	34
		Ramal Acapulco	4
		Total	894

Fuente: (Kohon, Champin, Rodriguez, & Cortés, 2016).

3. NORMATIVA TÉCNICA VIGENTE EN COLOMBIA.

Este subtema pretende describir los aspectos de diseño, construcción, operación, control y operación, seguridad referente al material rodante descritos en el Manual de Normatividad férrea publicado por el (Ministerio de transporte, 2013). Los autores (Berbey, y otros, 2013) definen como material rodante a todos los tipos de vehículos dotados de ruedas capaces de circular sobre una vía férrea cuyo principal objetivo es trasportar diferentes tipos de cargas. Los mismos se pueden clasificar de muchas formas, aunque los criterios fundamentales para clasificar el material rodante suelen ser su capacidad tractora y su uso comercial.

3.1. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

3.1.1. Trocha.

Artículo 19. La trocha deberá ser capaz de mantener operaciones de vehículo seguras y estables, dada la estructura del material rodante, la velocidad máxima diseñada y otros factores relevantes.

Artículo 20. La trocha de vía será del siguiente modo para asegurar la operación segura del material rodante, y tendrá en cuenta la estructura del material rodante, como la anchura, y registros de rendimiento pasado.

1. La trocha para líneas férreas ordinarias existentes es de 1 yarda, (914.4 mm) y de 1435.0 mm, según la línea considerada.
2. La trocha para líneas férreas de nueva construcción que forman parte de la Red Férrea Nacional será construida preferentemente en trocha estándar de 1.435 mm y, excepcionalmente y por

causa justificada en trocha 914.4 mm, según la decisión técnica que se determine. realizados a tal efecto.

3. Será posible la construcción de vías de trocha dual 914/1435 mm, aptas para ambos tipos de circulaciones, mediante la implantación de un tercer riel, según la decisión técnica que se determine y sus parámetros característicos se determinarán y se justificarán en los proyectos particularizados realizados a tal efecto.
4. Se podrán emplear otros tipos de trocha, según la decisión técnica que se determine y sus parámetros característicos se determinarán y se justificarán en los proyectos particularizados realizados a tal efecto.

3.1.2. Dimensionamiento de la superestructura de vía.

La superestructura de la vía férrea convencional está compuesta por el balasto, el emparrillado de vía (conjunto de durmientes, fijaciones y riel) y el resto de los elementos que se dispongan en su caso, como el sistema de electrificación o las conducciones para ciertas instalaciones de seguridad y comunicaciones. Los rieles para disponer serán aquellos regulados según la norma AREMA, volumen 1, capítulo 4 y su densidad lineal o peso orientativo se determinará en función de lo indicado en A o B, según el caso, nunca reduciéndose de 45 kg/m; también se podrán utilizar aquellos normalizados por las normas UIC, en función del caso. A continuación, se muestran los rieles normalizados AREMA que se recomienda utilizar para nuevas líneas de la Red Férrea Nacional:

- 115 RE, 119 RE, 132 RE, 133 RE, 136 RE, 140 RE y 141 RE

Además, en casos justificados o en ferrocarriles urbanos se podrán emplear otro tipo de rieles según la norma UIC, y rieles con perfil de viga, según los siguientes perfiles normalizados:

- Rieles con perfil de riel Vignole: 46 E2, 49 E1, 50 E6, 54 E1, 54 E2, 54 E3 y 60 E1
- Rieles con perfil de riel de viga: 51 Ri1, 57 Ri1, 59 Ri2 y 60 Ri1

Los perfiles de riel de viga son de especial aplicación a vías en placa de concreto con riel embebido en zonas urbanas, recintos portuarios, patios de cocheras, pasos a nivel, para facilitar el tránsito rodado y peatonal.

Figura 1 . Perfil tipo de riel: izquierda perfil AREMA, centro perfil UIC; derecha perfil de viga.



Fuente: (Ministerio de transporte, 2013)

Los durmientes para utilizar podrán ser de madera, de concreto pretensado, mono bloque o bibloque, o de acero, estos últimos siempre que se garantice el aislamiento eléctrico en vías que así lo requieran.

3.2. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN Y CONTROL FERROVIARIO.

3.2.1. Limitaciones a la carga y otros aspectos.

Artículo 138. Los vehículos no deberán ser sobrecargados más allá de su límite de carga especificada.

- En la carga de mercancías en el vehículo, se harán esfuerzos para equilibrar la carga del peso y para evitar que la mercancía se caiga, salga rodando, etc., debido a la oscilación durante su funcionamiento.

- Los bienes no serán cargados en el vehículo más allá de la superficie disponible para ello en el material rodante.

Artículo 139.

1. Los bienes que superen la carga máxima indicada en los vehículos no deberán ser cargados.
2. A la hora de transportar cargas extragrandes, se comprobarán con antelación los posibles obstáculos a lo largo de la ruta y se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad.
3. Siempre que sea posible, las cargas peligrosas deberán ser transportadas en vehículos con una estructura sellada (incluidos los vehículos con contenedores cisterna, etc.; las medidas a tomar serán las mismas).
4. Se comprobará que no hay riesgo de fugas cuando se carguen materiales peligrosos en los vehículos con una estructura sellada, o cuando los contenedores llenos de materiales peligrosos se carguen en vehículos.

Artículo 140. Un vehículo cargado con mercancía peligrosa deberá tener señalizada e indicada su carga mediante etiquetas en lugares bien visibles a ambos lados del vehículo.

Artículo 141. Indicación de mercancía peligrosa.

El etiquetado con respecto a los vehículos cargados con materiales peligrosos debe incluir descripciones relativas, no sólo al nombre de las sustancias peligrosas relevantes, sino también a sus propiedades con el fin de ayudar a determinar las medidas a tomar en caso de emergencia.

3.2.2. Velocidades de operación según el tipo de servicio.

Artículo 146. Las velocidades de operación deberán adecuarse a los siguientes aspectos de cada línea de la Red Férrea Nacional, que son esenciales a conocer por el Administrador o Gestor de las Infraestructuras Ferroviarias y por el operador ferroviario correspondiente.

1. Tipo de tráfico que discurra por la línea en cuestión: pasajeros, mercancías o tráfico mixto.
2. Condiciones del estado de la infraestructura y superestructura ferroviarias de la línea.
3. Nivel de servicio para el que la línea está diseñada, altas prestaciones o bajas prestaciones, que depende en gran medida del estado de la línea.
4. Estado y diseño del material rodante que preste el servicio.
5. Orografía por la que discurra la línea férrea en cuestión.

Artículo 147. Cada línea de la red ferroviaria nacional debe tener asignada una velocidad mínima de circulación o velocidad de proyecto que se fijará en función de los aspectos anteriores.

Artículo 148. Como niveles generales para líneas de nueva construcción, en función del tipo de servicio que se quiera prestar sobre ellas, se establecen los siguientes valores de velocidad de proyecto.

1. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de tráfico de mercancías, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta u otros, será de 50 km/h.

2. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de tráfico de pasajeros, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta u otros, será de 80 km/h.
3. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de tráfico mixto, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta, será de 60 km/h.
4. La velocidad mínima de proyecto para nuevas líneas de altas prestaciones de pasajeros, excluidas las zonas de apartado y aparatos de vía u otras áreas en las que la velocidad esté restringida por condicionantes específicos como curvas de bajo radio en planta, será de 120 km/h.

Artículo 149. Línea de altas prestaciones.

Se define como aquella línea férrea destinada al tráfico de pasajeros que ofrezca un nivel de servicio superior al resto de las existentes en niveles de velocidad, confort para el pasajero, servicios a bordo del tren, etc. además de disponer de sistemas de seguridad y comunicaciones adecuados al desarrollo tecnológico del momento.

3.3.3. Capacidad teórica y real de un corredor ferroviario.

Artículo 150. Capacidad teórica.

Se entiende como capacidad teórica de transporte de una la línea férrea a la máxima cantidad de producto teórico que se puede transportar por la línea en la unidad de tiempo.

Si la línea es de mercancías, se pueden establecer ratios anuales, mensuales, semanales o diarios de capacidades de diferentes productos transportados. Si la línea es de viajeros, se puede establecer la máxima capacidad de transporte de viajeros para unas condiciones de circulación y material rodante dados. La capacidad de la línea depende de los siguientes aspectos:

- Velocidad de operación de la línea.
- Capacidad de los vagones o vehículos disponibles para transportar un determinado producto o viajeros.
- Número y características de locomotoras disponibles para el transporte
- Características de la explotación de la línea, tráfico mixtos, mallas de circulación.
- La capacidad de transporte teórica de una línea se puede mejorar, de modo que se pueda ajustar a una determinada demanda o bien a demandas potenciales futuras.

Artículo 151. Capacidad real.

La capacidad de circulación de la línea se refiere al número de trenes que pueden circular en un intervalo de tiempo, en ambos sentidos de la línea, bajo determinadas condiciones de explotación. Evidentemente el concepto de capacidad de transporte va muy ligado al concepto de capacidad de circulación. El administrador de la infraestructura férrea debe imponer una limitación legal de cargas por eje en cada una de las líneas que gestiona, por motivos de seguridad y mantenimiento de vía que se deberá cumplir en todos los casos. Esta limitación legal de cargas dependerá de los diseños particulares de cada línea o tramos de esta.

La forma más eficaz de mejorar la capacidad de transporte de la línea es la operación de esta, incluso a velocidades bajas. Para un transporte de mercancías no es tan importante la velocidad de la operación sino la eficacia de esta.

Se debe tener en cuenta que la reducción de los tiempos de frecuencias de circulación viene asociado a otro tipo de medidas adicionales de seguridad ferroviaria para evitar colisiones, como la introducción de sistemas de detección de trenes y señalización, lo cual supone un desarrollo tecnológico de elevado costo, pero hace aumentar muy considerablemente la seguridad puesto que se puede reducir en gran medida la distancia entre trenes y, por tanto, aumentar su frecuencia.

Artículo 152. Tiempo de recorrido.

Se entiende por tiempo de recorrido a todo el tiempo que transcurre entre que un tren inicia su trayecto y llega a su destino final. Este tiempo incluye todas las paradas necesarias para realizar el trayecto. Si la distancia recorrida se divide entre el tiempo de recorrido se obtiene la velocidad comercial para ese tren.

Para los tráficos de mercancías no es importante el tiempo de recorrido empleado en el transporte de mercancías, sino que el flujo de mercancías origen-destino sea regular en el tiempo. Esto se logra con una buena operación, con una baja tasa de accidentalidad, y también con un mantenimiento y mejora continua y eficiente de la infraestructura de drenaje, taludes y túneles, de modo que se minimicen los daños causados por olas invernales.

Para los tráficos de viajeros, la velocidad comercial es muy importante, ya que es uno de los criterios que tiene en cuenta un viajero para tomar la decisión de utilizar el modo férreo en lugar

del modo carretero. Como órdenes de magnitud, las velocidades comerciales de los tráficos de viajeros ferroviarios dependen mucho del entorno en el que se desarrollan y de las paradas que realizan. Un tranvía puede rondar los 20 km/h (paradas cada 400 m), un metro los 35 km/h (paradas cada 600 m), un tren de cercanías los 80 km/h (paradas del orden de varios kilómetros). Las velocidades máximas de los vehículos suelen ser de 80 km/h para tranvías, 100 km/h para metros y 140 km/h para cercanías.

Artículo 153. Posibles actuaciones para el incremento de la capacidad real del corredor. Es posible desarrollar actuaciones puntuales a lo largo de una línea férrea con el fin de incrementar la capacidad de los tramos en cuestión.

1. Duplicación de tramos de vía. Es una medida que actúa directamente sobre la capacidad de la línea ferroviaria, aumentándola. En este caso, se duplica la capacidad de los tramos que se incluyan dentro de la actuación. Esta medida es recomendable en aquellas líneas o tramos en los que, teniendo en cuenta el tráfico actual, prácticamente, se llega a la capacidad máxima de la misma y, por ello, se necesita una actuación para incrementarla.
2. Mejoras concretas del trazado ferroviario. Si se mejora en ciertos tramos el trazado de la vía disponible, se consigue incrementar la velocidad de los vehículos, lo que supone una mejora en la capacidad, que depende directamente de la velocidad comercial. Además, estas medidas generan un incremento directo de la seguridad de circulación de los trenes.
3. Aumento del número de estaciones de cruce. Con ella se incrementa considerablemente la capacidad de una línea constituida en vía única.

3.3. ESPECIFICACIONES DE MANTENIMIENTO.

3.3.1. Parámetros y tolerancia de fatiga y desgastes de los componentes del material rodante.

3.3.1.1. Componentes del material rodante susceptibles de operaciones de mantenimiento.

Artículo 25. Los componentes mecánicos del material rodante que deben pasar por un proceso de control, auscultación y mantenimiento, serán los siguientes:

1. Bogie motor
2. Bogie remolque
3. Enganches
4. Puertas (coches de pasajeros)
5. Climatización (coches de pasajeros)
6. Pasillo de Inter circulación (coches de pasajeros)
7. Caja de pasajeros.

Artículo 26. Los componentes eléctricos del material rodante que deben pasar por un proceso de control, auscultación y mantenimiento, serán los siguientes:

1. Pararrayos
2. Pupitre de mando
3. Cofre de tracción (sistemas electrificados)
4. Motor de tracción (sistemas electrificados)
5. Resistencia de freno
6. Llave B.V.R.

7. Reactancia de filtro
8. Batería
9. Convertidor auxiliar
10. Inversor
11. Equipos embarcados SAE
12. Megafonía
13. Interponía y pulsadores de alarma
14. Tren stop
15. Radioteléfono
16. Video vigilancia
17. Caja negra
18. Sistema de detección de incendios
19. Alumbrado
20. Armario de baja tensión
21. Sistema de gestión integrada del tren.

Artículo 27. Los componentes neumáticos del material rodante que deben pasar por un proceso de control, auscultación y mantenimiento, serán los siguientes:

1. Equipo de producción de aire comprimido
2. Equipo de freno de aire comprimido
3. Equipo de antideslizamiento y patinaje
4. Alimentación de equipos auxiliares
5. Equipo de suspensión neumática
6. Equipo de desenganche automático

7. Equipo de señales acústicas
8. Equipo de zapatas limpiadoras
9. Toma de corriente pantógrafo

3.3.1.2. Plan de mantenimiento para componentes de mantenimiento para componentes de material rodante

Artículo 28. Todo agente, público o privado, que desee constituirse como explotador de infraestructuras ferroviarias de la Red Férrea Nacional de Colombia deberá presentar un documento que contenga los ciclos típicos de mantenimiento de todos los componentes correspondientes del material móvil que prestará los servicios, ya sean de carga o de pasajeros, y que se denomina Plan de Mantenimiento

Artículo 29. El Plan de Mantenimiento deberá basarse en el principio de la Prevención sistemática y condicional, que permita obtener unos elevados índices de fiabilidad aprovechando al máximo el potencial de vida de los equipos.

Artículo 30. Los ciclos de operaciones se efectuarán en los tiempos o kilometrajes indicados en el Plan de Mantenimiento. No obstante, pueden ser modificados de acuerdo con la experiencia y condiciones de trabajo de las unidades, que permitirán definir los ciclos de mantenimiento óptimos reales para todos los equipos.

Artículo 31. Todas las operaciones contempladas en este Plan de Mantenimiento deben ser efectuadas por personal técnico cualificado en un depósito equipado con instalaciones y medios especializados y apropiados para los trabajos que se deben realizar.

Artículo 32. Las periodicidades expresadas en el Plan de Mantenimiento deberán resultar de la experiencia de explotación para equipos similares.

Artículo 33. Tolerancias de desgaste y fatiga para componentes de material rodante (ciclos de vida). A nivel de recomendación, se expone a continuación la tabla 5. Describe los ciclos típicos de mantenimiento para un material rodante tipo.

Tabla 6. Ciclos típicos de mantenimiento de material rodante por ciclos (D: días; M: meses, A: años)

PERIODICIDAD	CICLO CORTO		CICLO MEDIO		CICLO LARGO
MÍNIMO	35 D	75 D	11 M	2,5 M	
MEDIO	45 D	90 D	1. A	3. A	variable en función de cada equipo
MÁXIMO	55 D	105 D	13 M	3,5 A	

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2013)

3.3.2. Procedimientos de corrección de defectos de los componentes de material rodante.

3.3.2.1. Mantenimiento de material rodante.

Artículo 64. El material rodante ferroviario

1. A efectos de mantenimiento, un vehículo ferroviario es un conjunto de equipos que requieren un conjunto de operaciones necesarias para asegurar su funcionamiento con la fiabilidad y seguridad necesarias

2. Cualquier material móvil se divide en dos partes principales:

- Caja + equipos montados en la caja
- Bogíes + equipos montados en Bogie

Artículo 65 Ciclos de mantenimiento

Normalmente las averías del material móvil ferroviario se imputan a:

- Fallos del tren o material móvil
- Fallos de explotación

Artículo 66. Fallos de material móvil.

Las causas principales a los que suelen deberse estos fallos se enumeran a continuación:

1. Defectos de diseño
2. Defectos de los materiales
3. Manufactura o procesos de fabricación defectuosos
4. Montaje o instalación defectuosa
5. Imprevisiones en las condiciones de servicio o explotación
6. Mantenimiento deficiente
7. Malas prácticas de operación o uso

Artículo 67. Fallos de explotación.

Las causas principales a los que suelen deberse estos fallos se enumeran a continuación:

1. Defectos en infraestructura
2. Descarrilamientos
3. Enganches de catenaria, en caso de existir
4. Señalización y comunicaciones
5. Fallos humanos (conducción, circulación, etc.)
6. Colisiones con objetos en gálibo
7. Vandalismo.

3.3.2.2. Procedimiento de corrección de defectos de componentes de material rodante.

Artículo 68. Los procedimientos de corrección de defectos de material rodante deberán ser determinados e indicados, para cada unidad de material, por el fabricante o suministrador correspondiente, acorde con el Plan de Mantenimiento generado por el explotador de la línea férrea en cuestión.

Artículo 69. Los procedimientos de corrección de defectos de material rodante más frecuentes a realizar serán la reparación de fisuras en ejes o ruedas, el torneado de ruedas y la aplicación de lubricantes sobre mecanismos para el control del desgaste y la temperatura de actuación.

Artículo 70. Reparación de fisuras en ejes o en llantas de ruedas

La detección de este tipo de defectos se realizará a través del método de ultrasonidos.

Artículo 71. Torneado de ruedas

Se realizará un torneado de ruedas cuando sea correspondiente según el Plan de Mantenimiento o bien siempre que se detecte un plano de rueda en alguna unidad. La operación se realizará con la maquinaria adecuada, disponiéndose de un torno en el foso correspondiente.

Artículo 72. Aplicación de lubricantes.

Un lubricante es toda sustancia sólida, semisólida o líquida, de origen animal, vegetal, mineral o sintético que, dispuesto entre dos piezas con movimiento entre ellas, reduce el rozamiento (desgaste) y facilita el movimiento. Las funciones principales de un lubricante se enumeran a continuación:

1. Controlar la Fricción. Separa las superficies en movimiento
2. Controlar el Desgaste. Reduce el desgaste abrasivo
3. Controlar la Corrosión. Protege las superficies de las sustancias corrosivas.
4. Controlar la Temperatura. Absorbe y transfiere calor.
5. Controlar la Contaminación. Transporta partículas y otros contaminantes a los filtros/separadores.
6. Transmitir Potencia. En sistemas hidráulicos transmite fuerza y movimiento.

Artículo 73. Tipos de lubricantes.

Los tipos de lubricantes que se podrán utilizar a estos efectos son los siguientes:

1. Minerales. Refinados de hidrocarburos
2. Sintéticos. Elaborados con compuestos químicos
3. Vegetales. Refinados de semillas (soja, girasol y maíz)

3.3.3. Esquema y estructura del control de material rodante en Pro de la seguridad.

3.3.3.1. Control del material rodante.

Artículo 93. Las operaciones de control de componentes de material rodante en pro de la seguridad están muy relacionadas con el mantenimiento, puesto que es en él donde se desarrollan aquéllas.

Artículo 94. El mantenimiento de material rodante en pro de la seguridad es de tipo preventivo periódico basado en operaciones cíclicas contadas a partir de recorridos kilométricos y destinados, básicamente, a elementos de seguridad que se hacen con criterios temporales.

Artículo 95. De forma complementaria al mantenimiento preventivo periódico, se realizan también actividades correctivas o de reparación de fallos que presenta el material rodante, cuyos índices de fiabilidad se han de buscar siempre para la mayor reducción posible de estos fallos.

Artículo 96. Fiabilidad

Probabilidad de que un equipo se mantenga en funcionamiento correcto durante un tiempo determinado y en unas condiciones determinadas de marcha o actuación.

Artículo 97 Disponibilidad

Tiempo durante el cual el material rodante está disponible para el servicio (porcentaje de tiempo útil).

Artículo 98. El funcionamiento de un mismo tren en una explotación o zona geográfica diferente influye en los valores de fiabilidad y disponibilidad.

Artículo 99. Índices de fiabilidad o de averías

1. Los índices de fiabilidad son el MDBF y el MKBF evidencian el número de fallos por cada periodo de recorrido kilométrico.
2. MDBF. Medida de tiempo de buen funcionamiento (Medium Time Between Faults).
3. MKBF. Kilómetros recorridos con buen funcionamiento o media de Kms. recorridos entre dos fallos).
4. MTTR. Tiempo de reparación (Medium Time To Repair).

3.3.3.2. Proceso de control del material rodante.

Artículo 100. En función de los índices de fiabilidad o de averías se deberá seguir un proceso de operaciones para poder realizar el mantenimiento en pro de la seguridad.

Artículo 101 En función del número de kilómetros recorridos y del tiempo en uso resultarán necesarias unas operaciones concretas de mantenimiento.

Tabla 7. Tipo de mantenimiento recomendado para cada componente del material rodante en pro de la seguridad

ELEMENTO	CORRECTIVO	PREVENTIVO	MODIFICATIVO	LEGAL	PREDICTIVO	LIMPIEZA
BOGÍES	X	X				X
RODADURA	X	X			X	X
REDUCTORES	X	X			X	X
FRENO	X	X				X
SUSPENSIONES	X				X	X
MOTORES	X	X	X		X	X
APARELLAJE ELÉCTRICO	X	X	X			X
COMPRESORES	X	X	X		X	X
PUERTAS	X	X	X		X	X
ENGANCHES	X	X				X
PANTÓGRAFOS	X	X	X		X	X
ELECT. CONTROL	X		X			X
ELECT. POTENCIA	X		X			X
NEUMÁTICA	X	X	X	X	X	X
AIRE ACONDICIONADO	X	X	X		X	X
CONFORT	X	X	X			X
DOTACIONES SEGURIDAD				X		X

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2013)

3.4. ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD.

3.4.1. Reglamentación del tipo, volumen y peso de la carga.

Artículo 102.

1. Los vehículos no deberán ser sobrecargados más allá de su límite de carga especificada.
2. En la carga de mercancías en el vehículo, se harán esfuerzos para equilibrar la carga del peso y para evitar que la mercancía se caiga, salga rodando, etc., debido a la oscilación durante su funcionamiento.
3. Los bienes no serán cargados en el vehículo más allá de la superficie disponible para ello en el material rodante. Sin embargo, en el caso de transporte de carga de gran volumen, esta regla no se aplica si se confirma que la carga no es perjudicial para el funcionamiento del vehículo.

Artículo 103

1. Los bienes que superen la carga máxima indicada en los vehículos no deberán ser cargados.
2. A la hora de transportar cargas extragrandes, se comprobarán con antelación los posibles obstáculos a lo largo de la ruta y se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad.

3. Siempre que sea posible, las cargas peligrosas deberán ser transportadas en vehículos con una estructura sellada (incluidos los vehículos con contenedores cisterna, etc.; las medidas a tomar serán las mismas).

4. Se comprobará que no hay riesgo de fugas cuando se carguen materiales peligrosos en los vehículos con una estructura sellada, o cuando los contenedores llenos de materiales peligrosos se carguen en vehículos.

Artículo 104 Un coche cargado con mercancía peligrosa deberá tener señalizada e indicada su carga mediante etiquetas en lugares bien visibles a ambos lados del vehículo.

Artículo 105 Indicación de mercancía peligrosa

El etiquetado con respecto a los vehículos cargados con materiales peligrosos debe incluir descripciones relativas, no sólo al nombre de las sustancias peligrosas relevantes, sino también a sus propiedades con el fin de ayudar a determinar las medidas a tomar en caso de emergencia.

3.4.2. Especificaciones mínimas para pasos a nivel.

Artículo 82. Definición de paso a nivel

Consiste en un cruce a la misma altura entre una línea de carácter ferroviario y una vía destinada al tráfico rodado y/o peatonal. No se consideran pasos a nivel los cruces adscritos al servicio ferroviario (por ejemplo, los pasos entre andenes). No se consideran pasos a nivel los cruces de líneas de carácter tranviario. En algunos casos, no se consideran pasos a nivel los cruces en instalaciones portuarias o industriales.

Artículo 83. Requisitos mínimos para paso a nivel

- En infraestructuras de nueva construcción se evitará en lo posible la ejecución de nuevos pasos a nivel, por el riesgo de accidente que se produce en ellos.
- En la medida de lo posible, y cuando la disponibilidad presupuestaria lo permita, se suprimirán o, en su caso, se sustituirán por pasos a distinto nivel, todos aquellos pasos a nivel cuyo momento de circulación sea mayor de 2.000 (Se define Momento de circulación como el producto de $A \times T$, siendo A, el número medio de automóviles que cruzan al día y T, el número medio de trenes que cruzan al día)

Artículo 84. Protección de pasos a nivel

Se definen las clases de pasos a nivel según su protección:

- Clase I: Sin barreras, únicamente señales fijas.
- Clase II: Semibarreras y similares, automáticas o enclavadas y señales fijas.
- Clase III: Semibarreras y similares, con guardería a pie de paso, y señales fijas.
- Clase IV: Con pasos peatonales, con señales luminosas y acústicas.

Se recomienda que los pasos a nivel cuyo Momento de circulación sea superior a 1.500 posean una protección mínima correspondiente a clase III.

3.5. ESPECIFICACIONES AMBIENTALES.

3.5.1. Medidas de buena práctica ambiental

Artículo 137 Las medidas de buena práctica ambiental deben estar orientadas principalmente a evitar la aparición del impacto: siempre es mejor aplicar medidas preventivas. Cuando esto no sea posible, la segunda categoría serían las medidas correctoras del impacto causado para minimizar su efecto.

Artículo 138 Por último, y no deseables, están las medidas compensatorias: reservadas para aquellos casos en los que no es posible evitar ni mitigar el impacto, y es necesario compensar a los afectados (no son necesarias en la mayoría de los casos: son representativas en proyectos de grandes presas, algunas instalaciones industriales, y en los proyectos de ampliación de infraestructura ferroviaria).

Artículo 139 La mayoría de las medidas preventivas y correctoras tienen que ver con el trazado de la infraestructura.

3.5.2. Ruido.

Artículo 142 Medidas para evitar la emisión de ruido:

Instalación de silenciadores en las máquinas especialmente ruidosas: compresores, grupos electrógenos, entre otros.

Mantenimiento general periódico de la maquinaria, con control y medición de emisiones de ruido, para comprobar que éstas se mantienen dentro de los parámetros normalizados por las Directivas.

- Instalación de los elementos móviles y de vibración de las instalaciones, sobre soportes anti vibratorios, no apoyados sobre paredes u otros elementos estructurales que puedan transmitir vibraciones y ruido.
- Limitaciones de velocidad de tránsito de la maquinaria en lugares sensibles.
- Utilizar la mínima potencia en la maquinaria compatible con las operaciones a realizar (las menos potentes generalmente son más silenciosas, a igualdad de dispositivos silenciadores)
- Evitar trabajos nocturnos.
- Colocación de barreras para impedir su propagación: pantallas de hormigón y otros materiales, lonas, árboles, muros ecológicos
- Ubicación de instalaciones auxiliares en lugares 'abrigados' no amplificadores del ruido

Artículo 143 Medidas para corregir los efectos producidos por la emisión de ruido.

Colocación de barreras para impedir su propagación: pantallas de hormigón y otros materiales, lonas, árboles, muros ecológicos

Ubicación de instalaciones auxiliares en lugares 'abrigados' no amplificadores del ruido

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

Luego revisar la normativa técnica vigente en Colombia, se correlacionan aspectos de operación y control, seguridad descritos en la norma, en el corredor férreo Santa Marta, Magdalena – Chiriguana, Cesar. En concesión del FENOCO S.A. desde el año 1999, por un plazo de 30 años. Según lo determinada la (Camara Colombiana de la infraestructura, 2012), el grupo accionario de la compañía está compuesto por: Drummond Coal Mining, C.I. Prodeco S.A., Carbones de la Jagua S.A., Colombian Natural Resources I.S.A.S., Vale Colombia Transportation Ltd., Consorcio Minero Unido S.A. y Carbones de los Andes S.A.

Este corredor férreo tiene una longitud de 245 km, es utilizado para el transporte de carbón proveniente de los yacimientos ubicados en el municipio de La loma, cesar. Para del año 2016 alcanzó un record de carbón movilizado de 54.6 millones de toneladas deduciendo que este corredor férreo es el más activo del país. En la tabla 8. Se presenta un resumen de los tipos de trenes movilizadas por cada operador, cada uno con sus locomotoras, características específicas según su modelo y cantidad de carbón a movilizar.

Tabla 8. *Tipos de trenes movilizadas por cada operador.*

CARACTERÍSTICAS	DRUMMOND	PRODECO	CNR	FENOCO
Cantidad vagones / tren	150	150	150	45
Cantidad Locomotoras / tren	3	3	3	2
Toneladas carga / Vagón:	50	61	61	35
Longitud Tren (m)	2.162	2.396	2.396	572
Peso tren vacío (Ton)	2.283	3.183	3.183	867
Peso tren cargado (Ton)	9.783	12.333	12.333	2.442
Peso mercancía (Ton)	7.500	9.150	9.150	1.575
# sets Tipo	12	5	3	3

Fuente: (Fenoco S.A., 2019.)

4.1. Control de velocidades de operación.

Este tramo vial, tiene una velocidad máxima de 80 km/h. establecida por el ministerio de Transporte, entendiéndose que es un corredor de carga. Debido a diferentes accidentes fatales en este tramo vial, Fenoco S.A., implementó un sistema de control de tráfico, centralizado con señalización virtual y control positivo de la velocidad del tren (ITCS), sus funciones están descritas por (Fenoco S.A., 2019.):

1. Emisión de rutas y autoridades de avance desde la oficina hasta el equipo a bordo de las locomotoras. No permite conflictos entre rutas o trabajos (error humano).
2. Posiciona los cambiavías para la ruta del tren desde la oficina. Detecta anomalías y protege al tren y los trabajos.
3. Determina la Ubicación, Velocidad y dirección de Tren.
4. Garantiza el cumplimiento del límite de velocidad, aplicación de parada de penalización.
5. Permite enviar varios trenes en la misma dirección manteniendo distancias seguras. Protección del tren por huella de tren.
6. Detección de pérdida de Integridad del tren (Reconoce posibles divisiones del tren, fallas en el equipo a bordo y en su sistema de comunicaciones).

4.2. Basculas de pesaje dinámico

El sistema permite conocer con exactitud el pesaje dinámico de la totalidad del tren, el pesaje dinámico por vagón relacionada al rango total de la escala, el pesaje dinámico por truque (bogie) y la variación máxima permitida de velocidad durante el proceso de pesaje.

Básculas de Pesaje Dinámico MULTIRAIL Ubicación de las básculas:

- La Loma: PK 749 +250.
- Ciénaga: PK 930 + 270.

4.3.Detectores de ejes calientes / ruedas calientes y objetos arrastrados

Fenoco cuenta con 8 dispositivos para la detección de ejes y ruedas calientes que monitorean las temperaturas de todas las ruedas y rodamientos de los trenes durante las 24 horas. Junto a estos dispositivos se encuentran ocho detectores de objetos arrastrados, los cuales registran elementos colgados en el tren y posibles ruedas descarriladas, los reportes se reciben mediante el sistema de comunicaciones a través de un ordenador ubicado en las instalaciones de las oficinas del centro.

5. CONCLUSIONES.

Tras la realización de esta revisión literaria acerca análisis del estado actual de la normatividad general en el sector ferroviario en Colombia, se establece que el sistema de transporte ferroviario tiene la facultad de transportar grandes volúmenes de cargas a largas distancias. Siendo este el principal problema, donde se encuentra la mayor demanda para que este modo sirva, es preciso empezar a aprovechar la infraestructura existente.

De la revisión cronológica realiza sobre el sistema ferroviario en Colombia, estableció, que el sistema, alcanzó niveles máximos de utilización a mediados de los años 70, no obstante, los problemas financieros de ferrocarriles de Colombia afectaron su sostenibilidad, por ende, el uso, que fue obstaculizado por la falta de mantenimiento en la infraestructura y en el material rodante; posteriormente el desarrollo acelerado del transporte por carreta desplazo al ferrocarril, llevándolo hasta el estado de abandono.

El sistema férreo colombiano, se encuentra en una situación crítica, se constató que en la actualidad que los tramos férreos de la red férrea nacional que actualmente operan son:

- Red Férrea del Pacífico con una longitud de 498 km, la cual se encuentra concesionada a Ferrocarril del Oeste. En el tramo y Buenaventura, Valle del Cauca – Yumbo, Valle del Cauca
- Red Férrea del Atlántico Ferrocarriles del Norte de Colombia S.A. – FENOCO S.A. comprendidos entre Santa Marta, Magdalena – Chiriguaná, Cesar

Al investigar acerca de legislación vigente sobre el modo férreo de Colombia, se encontró que no existe una ley general que regule el sector ferroviario como ocurre en el resto de los países con un cierto nivel de desarrollo de este medio de transporte, sumándose a esto según (EPYPSA-ARDANUY, 2012), establece que la legislación existente se encuentra desactualizada, ya que, existen numerosas leyes referentes al sector ferroviario, las cuales se han originado de acuerdo con necesidades en momentos determinados en función del estado del sector, siendo estas genéricas en su alcance y ámbito de aplicación.

Entendiendo que en los últimos gobiernos, en el país se han desarrollado políticas para la activación del ferrocarril como transporte masivo de pasajeros y mercancías, la (Camara Colombiana de la infraestructura, 2012) recomienda la ejecución de un proyecto de ley general para el sector ferroviario, que regule el marco legal en el que se desenvolverán las futuras actuaciones previstas, así como el régimen de su explotación.

Se estableció que la normativa técnica general vigente, se basada en la emitida a nivel internacional como las normas AREMA, UIC u otras que se consideran avanzadas tecnológicamente. La norma fue diseñada para establecer pautas para diseñadores, constructores y explotadores de líneas férreas que permitirán su planificación, proyecto, construcción y aprovechamiento de manera ordenada y estable y que, a medio plazo, garantizarán la mayor seguridad en las circulaciones ferroviarias tanto en el transporte de carga como en el de pasajeros.

Los criterios analizados fueron de diseño, construcción, operación, control y operación, seguridad referente al material rodante. Además, se logró identificar la aplicación de los criterios operación

y control, y seguridad, descritos en la norma, en el tramo. Santa Marta, Magdalena – Chiriguana, Cesar, en concesión a FENOCO S.A. Es oportuno saber que, en Colombia, al momento de adquirir material rodante nuevo, es necesario adaptarlo del tipo de trocha estándar, original de fábrica, al tipo de trocha yardica (914 mm), que predomina en el país, esto incurre costos adicionales.

En relación a lo expresado, (Mora, 2014), afirma que en el país, el material rodante existente es en general antiguo (más de 25 años de servicio), el cual ha sido modernizado entorno a repotenciamiento de sus motores, implementación de sistema (ITCS), y que la implementación de esto no indica que el mercado no pueda responder a la necesidad de fabricación de estos equipos pues otros países fuera de la región como Sudáfrica, Australia e India emplean trocha angosta y mantienen material rodante con buenos estándares internacionales.

6. RECOMENDACIONES.

- A. Es conveniente promover iniciativas privadas, especialmente las asociadas con el transporte de minerales ya que este tipo de mercado cuenta con el capital necesario para la construcción, mantenimiento, operación y control de líneas férreas; sin poner en riesgo las inversiones realizadas, ejemplo de ello, las líneas férreas privadas de las empresas Cerrejón, y Paz del Rio; se puede además, aprovechar al máximo la infraestructura construida, de modelo, como se evidencia en el tramo Santa Marta, Magdalena – Chiriguaná, Cesar en concesión de FENOCO S.A.
- B. La construcción de ferrocarriles en Colombia, con diferentes parámetros técnicos, y la falta de interconexión de las tres principales líneas férreas del país, ha sido un factor negativo para la apropiada utilización de los trenes; y como situación imperante, de no solucionar el inconveniente, el ferrocarril no cobrará la importancia suficiente para posicionarse como una opción viable y económica para el transporte de altos volúmenes de carga; en el que se logre una nivelación de tarifas, el intercambio de equipos y de nuevas tecnologías, manteniendo un plan de desarrollo integral para la red.
- C. En el numeral 3.2 donde se refiere a las especificaciones mínimas para pasos a nivel, en el Manual de Normatividad férrea, parte II (Ministerio de Transporte, 2013), establece que en medida de lo posible, y cuando la disponibilidad presupuestaria lo permita, se suprimirán o, en su caso, se sustituirán por pasos a distinto nivel, todos aquellos pasos a nivel cuyo momento de circulación sea mayor de 2.000 (se define momento de circulación como el producto de $A \times T$, siendo A, el número medio de automóviles que cruzan al día y T, el número medio de

trenes que cruzan al día). Es preciso recomendar la aplicación de este inciso de la norma, bajo la observación de construir al menos un paso a distinto nivel, en cada cabecera municipal, aledaña, a los tramos que, de la línea férrea, que en la actualidad se encuentran en operación; esto permitiría el tránsito continuo de vehículos, y servirá como plan contingencia ante una posible emergencia.

En la actualidad, poblaciones ubicadas en inmediaciones de la línea férrea, del tramo Santa Marta, Magdalena – Chiriguaná, Cesar. Han tenido que esperar el paso del tren, para dar paso a una ambulancia, cuerpos de bomberos, sepelios interrumpidos, o en el caso de que el tren se ha visto obligado a detenerse, las poblaciones se han visto incomunicadas.

D. En el artículo 142 del numeral 4.1 de especificaciones ambientales, en el Manual de Normatividad férrea, parte II (Ministerio de Transporte, 2013), no da claridad en la medida de evitar trabajos nocturnos. Esta medida no establece un horario en específico de labores nocturnas, además de ello, no precisa si son actividades mantenimiento u circulación del material rodante en la línea férrea. Es pertinente dar claridad teniendo en cuenta a las resoluciones emitidas acerca de la restricción de circulación en horario nocturno en el tramo Santa Marta, Magdalena – Chiriguaná, Cesar, que en la actualidad han sido derogadas.

E. En el artículo 142 Medidas para evitar la emisión de ruido. numeral 4.1 Especificaciones ambientales, en el Manual de Normatividad férrea, parte II (Ministerio de Transporte, 2013), determina la colocación de barreras para impedir su propagación: pantallas de hormigón y otros materiales, lonas, árboles, muros ecológicos. Resulta idóneo evaluar cuáles barreras son

más eficiente y económicamente viable para su futura instalación en comunidades aledañas de la línea férrea.

En el pasado se ha visto afectaciones a comunidades aledañas en el tramo Santa Marta, Magdalena – Chiriguana, Cesar, por el ruido generado al tránsito de tren. A través de la resolución 1091 de 11 de Junio de 2010 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2010) levanto la restricción del tránsito nocturno; FENOCO S.A. propuso controles operacionales y de mantenimiento tales como construcción de pasos de nivel regulado, engrasador de riel, eliminación del pito y control de la velocidad en zonas.

- F. Es pertinente plantear en los POT (Plan de Ordenamiento Territorial), de los municipios aledaños a los tramos de la línea férrea en actual y futura operación, que contemplen nuevas áreas de expansión a una distancia tal, que se pueda mitigar efectos de ruido, polvo, y seguridad ante el continuo tránsito de tren.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 30 del 6 de abril de 1982 “por la cual se modifica la Ley 64 de 1967”*. Bogotá.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1586759>

Ministerio de Ambiente. Vivienda y Desarrollo Territorial. (Diciembre de 2004). Obtenido de <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/10/guia-ambiental-subsector-ferreo.pdf>

Antman 1992, O. 1. (s.f.).

Arias, F. (1999). *El proyecto de investigación, guía para su elaboración*. Caracas: Episteme.

Berbey, A., Caballero, R., J.D., S. B., J, B., Guerra, K., Flores, J., . . . Orozco, W. (2013). Trenes: material rodante del transporte ferroviario. *Revista Tecnológico*, 1.

Camara Colombiana de la infraestructura. (2012). *Camara Colombiana de la infraestructura*. Obtenido de <http://www.infraestructura.org.co/2017/#>

Cochrane. (2012). *Centro Cochrane Iberoamericano*. Obtenido de <https://es.cochrane.org/es>

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 1 del 10 de enero de 1991 "por la cual se expide el estatuto de Puertos Marítimos y se dictan otras disposiciones."*. Bogota.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1826120>

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 105 del 30 de diciembre de 1993 "por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector*

transporte". Bogota.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1640897>

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 146 del 31 de diciembre de 1963 "por la cual se ordena a la Nación, Departamentos y Ferrocarriles Nacionales, la construcción de unas obras, y se reglamenta la futura construcción de carreteras y líneas férreas."*. Bogotá.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de [http://www.suin-juriscol.gov.co/clp/contenidos.dll/Leyes/1650852?fn=document-frame.htm\\$f=templates\\$3.0](http://www.suin-juriscol.gov.co/clp/contenidos.dll/Leyes/1650852?fn=document-frame.htm$f=templates$3.0)

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 21 del 1 de febrero de 1988 "Por la cual se adopta el programa de recuperación del servicio público de transporte ferroviario nacional, se provee a su financiación y se dictan otras disposiciones"*. Bogotá.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1577347>

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 24 del 27 de agosto de 1927 "por la cual se da un nombre al Ferrocarril del Valle del Río Magdalena."*. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1580466>

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 310 del 6 de agosto de 1996 "por medio de la cual se modifica la Ley 86 de 1989."*. Bogotá.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1658063>

Congreso de la Republica. (s.f.). *Ley 76 del 15 del Noviembre de 1920 sobre policias de ferrocarriles*. Bogotá.D.C. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1623315>

Consorcio EPYPSA-ARDANUY. (2012). *Ministerio de transporte*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=10192>

EPYPSA-ARDANUY, c. (2012). *Informe ejecutivo : Estudio para la elaboración del marco normativo ferreo colombiano enfocado en factores tecnicos de diseño, construccion,mantenimiento, operacion,control y seguridad*.

Fenoco S.A. (29 de Abril de 2019.). Obtenido de <https://www.fenoco.com.co/index.php/gestion-de-operaciones-y-via/sistema-de-control-de-trenes>

Hernandez, R., Fernande, C., & Baptista, P. (1991). *Metodología de la investigación*. Monterrey: MCGRAW-HILL.

Kohon, J., Champin, J., Rodriguez, M., & Cortés, R. (2016). *Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia*. Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2010). *Resolución Numero 1091 11 Julio de 2010* . Resolución, Bogotá.D.C. Recuperado el 14 de Mayo de 2019, de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/resoluciones/2010/res_1091_2010.pdf

Ministerio de transporte. (9 de Diciembre de 2013). Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/209/proyecto-resolucin-manual-freio-de-especificaciones-tnicas/>

Ministerio de Transporte. (9 de 12 de 2013). MANUAL DE NORMATIVIDAD FÉRREA II.
Bogotá, D.C.

Ministerio de Transporte. (9 de 12 de 2013). MANUAL DE NORMATIVIDAD FÉRREA PARTE
I. Bogotá, D.C, Colombia.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2013). *MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL PROYECTO DE RESOLUCIÓN “Por medio de la cual se adopta el Manual Técnico de Normatividad Férrea colombiana sobre factores de diseño, construcción, operación y control ferroviario, mantenimiento, seguridad ferroviaria”*. Bogotá.D.C. Recuperado el 13 de Marzo de 2019, de <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/209/proyecto-resolucin-manual-frreo-de-especificaciones-tnicas/>

Mora, M. d. (2014). *Evaluación técnica de los anchos de trocha angosta y estandar como parametro para la actualización del diseño de líneas ferreas para el transporte de mercancías en Colombia*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá . Recuperado el 9 de Mayo de 2019, de <http://bdigital.unal.edu.co/50032/1/52935506.2015.pdf>

Servicio Nacional de Aprendizaje. (22 de Noviembre de 2006). *Caracterización ocupacional, El transporte ferreo*. Obtenido de <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2154/1/3085.pdf>