

año 3 no. 4 diciembre 2023

# MUNDO FERROVIARIO

## IMPULSO FERROVIARIO MEXICANO

UNA NUEVA  
VÍA DE  
INFORMACIÓN



[info@mundoferroviario.lat](mailto:info@mundoferroviario.lat)



[@MundoFerroviarioLatam](https://www.facebook.com/MundoFerroviarioLatam)



55 2218 3540



[@MundoFerroviario](https://www.linkedin.com/company/MundoFerroviario)



[www.mundoferroviario.com](http://www.mundoferroviario.com)



Mundo Ferroviario tiene el propósito de compartir conocimiento e información de manera clara, sobre el mercado y para el mercado.

En cada una de las ediciones trimestrales podrás encontrar contenido de gran calidad e interés, cuyas fuentes son importantes personalidades, expertos, asociaciones, autoridades, desarrolladores, concesionarios, academia y demás actores del Mundo Ferroviario, así como de Infraestructura, Transporte Intermodal, Logística, Puertos Industriales, Gobierno y todo aquello que convive con los grandes proyectos en las vías del Ferrocarril.

Bienvenido y disfruta el contenido.

## DIRECTORIO

**Adolfo González Olhovich**

PRESIDENTE EJECUTIVO

**Luis Hermosa Pérez**

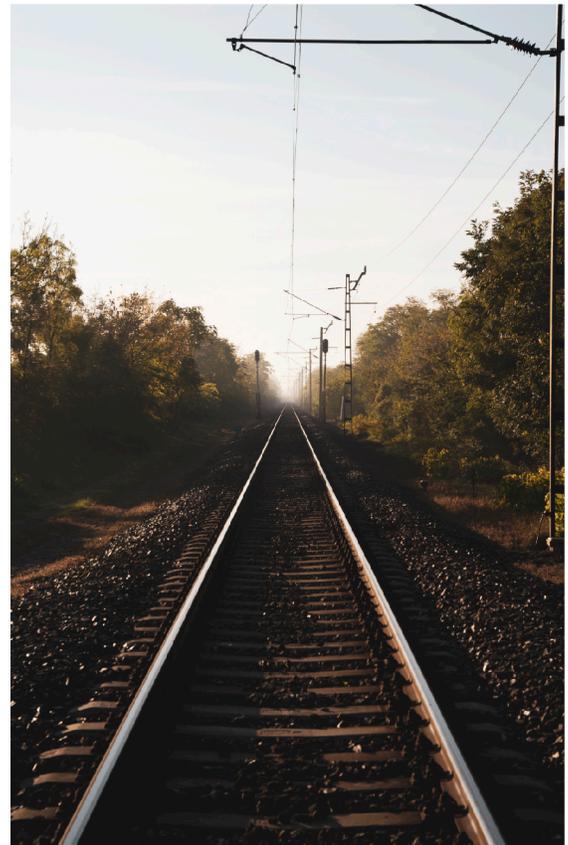
DIRECTOR EDITORIAL

**Paola Castro Flores**

EDITORA DE CONTENIDO

**Karla Angélica Ugalde Govea**

DISEÑADORA GRÁFICA



# Contenido

## **Tren Maya; El Primer Tren Moderno de Pasajeros y Carga en México**

Coronel Ing. Florentino Ruiz Sánchez

**6**

## **La Fotogrametría en el Anteproyecto Ferroviario**

Rene Arellano

**11**

## **Integración de las Redes Ferroviarias de México, Estados Unidos y Canadá**

Miguel Ángel Arroyo Mosco

**17**

## **Tipos de Esfuerzos que Soportan las Ruedas**

César Meráz Brenes

**21**

## **Hablemos de Trenes; Equipo Ferroviario - Plataformas**

Luis Miguel Carbajal

**29**

## **Seguridad Operacional**

Alejandro M. Bentancor

**33**

## **Lanzamiento libro Clúster Ferroviario de Mexicanos en Alemania: Por una movilidad y transporte sostenible en el futuro**

Paola Castro

**38**

# Autores de esta Edición



**Coronel Ing. Florentino Ruiz Sánchez**

Coordinador de infraestructura ferroviaria de la E.P.E.M. "Tren Maya S.A de C.V. desde mayo de 2022; cuenta con la Licenciatura en Ingeniería civil y maestría en "Administración y finanzas", actualmente cursando la maestría de "Sistemas ferroviarios".



**Rene Arellano**

Ingeniero Geomático egresado de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Encargado del área de Topografía en la empresa EGIS. Perito Oficial de la Federación P0050-2021.



**Miguel Ángel Arroyo Mosco**

Profesor asociado de la Licenciatura en Economía de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Doctorado en Economía Pública en el Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc).



**César Meráz Brenes**

Ingeniero Civil Especialista en Construcción de Proyectos de Infraestructura. Sólidos conocimientos en Vías Férreas, Túneles, Caminos y Puentes. Miembro activo del Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Jalisco.



**Luis Miguel Carbajal**

Consultor TIC y Transportación Ferroviaria.



**Alejandro M. Bentancor**

Director de Carrera en Universidad de la Marina Mercante (UdeMM) y especialista en Sistemas de Señalamiento Ferroviario.



**Paola Castro Flores**

Redacción Mundo Ferroviario



# ¿Te gustaría ser parte de nuestro grupo editorial?

Invitamos a especialistas e interesados en el sector Ferroviario, a participar en la revista digital especializada en uno de los temas menos mencionados en los últimos 100 años: los trenes.

**Levanta la pluma y  
envíanos tus propuestas.**



**MUNDO  
FERROVIARIO**

**Hablemos**

[info@mundoferroviario.lat](mailto:info@mundoferroviario.lat)



El Tren Maya es uno de los proyectos más importantes de infraestructura, desarrollo socioeconómico y turístico del presente sexenio, teniendo de prioridad la conectividad en el sureste de México, el desarrollo integral, equitativo, sustentable y sostenible de la región, creando así, progreso, crecimiento y derrama económica en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo por los cuales transitará. Entre ello, fortaleciendo el turismo nacional e internacional, la movilidad de las personas y el transporte de carga en la región con costos accesibles, rapidez y seguridad, cumpliéndose uno de los principales objetivos del Gobierno Federal, que es el mejoramiento de una política económica continua.

El medio ambiente y la arqueología del sureste mexicano son aspectos medulares que sustentan la creación del "Tren Maya". La belleza natural de la selva, la riqueza de agua concentrada en los cenotes, ciudades históricas, ríos y el mar del Caribe Mexicano, van acompañando la excepcional biodiversidad que ostenta la región unida a la grandeza innegable de la civilización maya. Lo expuesto hace que el proyecto "Tren Maya" sea único a nivel internacional.

El circuito que recorrerá el tren tendrá una longitud de 1,481 km, en el cual se construirán además, 83 km de laderos con longitudes desde 1,800 hasta 2,500 mts. La construcción está dividida en 7 tramos: 1, 2, Libramiento Ferroviario Campeche (LFC), 3, 4, 5N (Norte), 5S (Sur), 6 y 7. Los consorcios constructores MOTA-ENGIL, CARSO, AZVINDI e ICA construyen los tramos 1,

2, LFC, 3, 4 y 5S con una longitud de 927 km. y el Agrupamiento de Ingenieros Felipe Ángeles (A.I.F.A.) perteneciente a la Secretaría de la Defensa Nacional construye los tramos 5N, 6 y 7 con una longitud de 554 km.

## Tramos y estaciones

La ruta del Tren Maya contará con 34 estaciones distribuidas de la siguiente manera:

### Tramo 1 Palenque – Escárcega

- Palenque
- Boca del Cerro
- Tenosique
- El Triunfo
- Candelaria
- Escárcega

### Tramo 2 Escárcega - Calkiní

- Carrillo Puerto
- Edzná

### Libramiento Ferroviario Campeche

- San Francisco de Campeche

### Tramo 2 Escárcega -Calkiní

- Tenabo
- Hecelchakán

### Tramo 3 Calkiní – Izamal

- Calkiní
- Maxcanú
- Umán
- Teya
- Tixkokob
- Izamal

#### **Tramo 4 Izamal – Cancún**

- Chichen - Itzá
- Valladolid
- Nuevo Xcán
- Leona Vicario
- Cancún

#### **Tramo 5 norte Cancún – Playa del Carmen**

- Puerto Morelos

#### **Tramo 5 sur Playa del Carmen – Tulum**

- Playa del Carmen
- Tulum

#### **Tramo 6 Tulum – Chetumal**

- Tulum Aeropuerto
- Felipe Carrillo Puerto
- Chacchoben
- Bacalar
- Chetumal Aeropuerto

#### **Tramo 7 Chetumal – Escárcega**

- Kohulnich
- Xpujil
- Calakmul
- Centenario

Se contarán con 3 Talleres para dar mantenimiento a los trenes de pasajeros ubicados estratégicamente para mantener en forma óptima el material rodante del Tren Maya conservando su imagen. También se contará con 6 cocheras distribuidas a lo largo de la línea ferroviaria donde pernoctarán los trenes, para que al día siguiente, puedan iniciar con los recorridos programados y así dar cumplimiento a los horarios de salida de cada unidad.

#### **Talleres y Cocheras:**

- Escárcega
- Cancún
- Chetumal

#### **Cocheras:**

- Hampolol -Campeche
- Mérida Teya
- Tulum Q. Roo



Tren Sobre viaducto en Campeche

De igual manera se tendrán 8 bases de mantenimiento, desde las cuales, se monitorearán las vías de forma continua y donde se realizarán trabajos que requieran las vías o la propia maquinaria y equipo que se emplea en el mantenimiento.

1. Tenosique
2. Edzná
3. Teya
4. Valladolid
5. Puerto Morelos
6. Chemuyil
7. Felipe Carrillo Puerto
8. Xpujil

De Palenque, Chiapas a Teya, Yucatán a Chetumal, Quintana Roo a Escárcega, y

Campeche se construirá vía sencilla de Teya, Yucatán a Chetumal. Quintana Roo se construirá vía doble con catenaria.

En vía sencilla los trenes emplearán biodiesel para alimentar sus motores eléctricos de tracción, mientras que en vía doble los motores serán alimentados directamente de la catenaria, viajando los trenes de pasajeros a una velocidad de hasta 160 km/h y de 100 km/h los de carga.

El servicio de pasajeros funcionará inicialmente con 42 trenes de diversos tipos fabricados por la empresa ALSTOM en Ciudad Sahagún, Hidalgo, y que concluirá su entrega en 2024.

El servicio de carga tendrá material rodante necesario para trasladar componentes pétreos, cementos, productos perecederos, granos, combustibles, bebidas embotelladas, vehículos, entre otros productos. Dicho material rodante se obtendrá en 2024 así como la construcción de los patios de servicio, espuelas ferroviarias entre otra infraestructura necesaria que se construirá en los lugares donde se tendrá la captación como Palenque (punto de conexión con el Ferrocarril Istmo de Tehuantepec), Campeche, Mérida, Cancún, Tulum y Chetumal.

Es importante mencionar que para la convivencia del material rodante que se emplea para los servicios de pasajeros y carga fue necesario la fabricación apropiada de los aparatos de vía que permitirán circular por todo el circuito.

El Tren Maya es un proyecto que fortalecerá el ordenamiento territorial de la región iniciando su funcionamiento el 15 de diciembre del 2023 con el tramo Campeche-Cancún y el 30 de diciembre del mismo año con el tramo Palenque- Campeche, y finalmente para marzo de 2024, se considera poner en funcionamiento el resto del circuito. Esto potencializará la industria turística de la misma siendo un parteaguas de la industria ferroviaria en México.

La administración y operación del Tren Maya estará a cargo de la Empresa de Participación Estatal Mayoritaria (E.P.E.M) "Tren Maya" S.A. de C.V., dependiente de la Secretaría de la Defensa Nacional, la cual se ha estado integrando desde los últimos meses del 2021.



**CORONEL INGENIERO CONSTRUCTOR  
FLORENTINO RUIZ SÁNCHEZ**

Coordinador de infraestructura ferroviaria de la E.P.E.M. Tren Maya S.A de C.V. desde mayo de 2022. Cuenta con la Licenciatura en Ingeniería civil y maestría en Administración y Finanzas. Actualmente cursando la maestría de Sistemas ferroviarios.

Tren en Estación Mérida-Teya, Yucatán.



# La Fotogrametría en el Anteproyecto Ferroviario

Por Rene Arellano

La planificación y diseño de proyectos ferroviarios requiere una atención meticulosa a los detalles topográficos y geométricos del terreno por el cual se construirán las vías férreas. La fotogrametría, es una ciencia que utiliza fotografías aéreas para crear modelos tridimensionales de la superficie terrestre, desempeña un papel fundamental en la fase de anteproyecto ferroviario. Esta ciencia que combina la fotografía y la geometría, ha revolucionado la forma en que se recopilan datos topográficos y geoespaciales para la planificación y diseño de vías férreas.

### ¿Qué es la Fotogrametría?

La fotogrametría es una ciencia que se basa en la captura de imágenes desde el aire para obtener información precisa sobre la topografía y la geometría del terreno. A través de fotografías aéreas tomadas desde aviones o drones, se crean modelos tridimensionales de la superficie terrestre. Estos modelos se utilizan para medir distancias, altitudes, ángulos y para obtener una representación detallada de la topografía. La fotogrametría ha avanzado enormemente con la incorporación de tecnología digital, lo que permite una mayor precisión y eficiencia en la recopilación de datos. Esta técnica se basa en la geometría y la trigonometría, y se utiliza en una amplia variedad de campos,

desde la topografía y la cartografía hasta la ingeniería, arquitectura, arqueología, agricultura y la ciencia forense, entre otros.

El proceso de fotogrametría implica la captura de imágenes de un objeto o una escena desde diferentes ángulos y posiciones, utilizando cámaras fotográficas tradicionales, o más recientemente, sistemas de captura de imágenes digitales. Estas imágenes se utilizan para crear modelos tridimensionales de los objetos o la superficie capturada. Los principales pasos en el proceso de fotogrametría son los siguientes:



- **Adquisición de imágenes:** Se toman fotografías de la escena o el objeto desde diferentes ubicaciones y ángulos. Es fundamental que las imágenes se tomen con precisión y que se conozcan sus parámetros intrínsecos y extrínsecos (como la distancia focal de la cámara y su posición).



- **Puntos de control:** Se identifican puntos de control en las imágenes, que son características fácilmente identificables y medibles en todas las imágenes. Estos puntos ayudan a georreferenciar las imágenes y a establecer relaciones precisas entre ellas.
- **Correlación de puntos:** Se buscan y se emparejan los puntos de control en las diferentes imágenes, lo que permite establecer la posición relativa de las imágenes entre sí.
- **Triangulación:** Utilizando los puntos de control emparejados, se calculan las coordenadas tridimensionales de los puntos de la superficie u objeto que se está modelando.
- **Generación de modelos 3D:** Con las coordenadas 3D calculadas, se crea un modelo tridimensional que representa con precisión el objeto o la superficie.

La fotogrametría se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, como la creación de mapas topográficos, la inspección de infraestructuras, la documentación arqueológica, la planificación urbana, el di-

seño de carreteras y la agricultura de precisión, entre muchas otras. En la actualidad, la fotogrametría digital ha ganado prominencia gracias al uso de cámaras digitales de alta resolución y al software de procesamiento avanzado, lo que ha mejorado la eficiencia y la precisión de esta técnica.

La fotogrametría se ha convertido en una herramienta esencial en el anteproyecto ferroviario por varias razones:

- **Levantamientos Precisos del Terreno:** La creación de modelos digitales del terreno (MDT) a partir de imágenes aéreas permite a los ingenieros obtener una representación precisa de la topografía del área donde se construirán las vías férreas. Esto es esencial para el diseño de curvas, pendientes y trazados de vías que cumplan con los estándares de seguridad y eficiencia.

- **Análisis Geoespacial:** La fotogrametría proporciona datos geoespaciales detallados que son cruciales para la planificación de la ubicación de estaciones, cruces, puentes y otros elementos ferroviarios. Además, facilita la toma de decisiones relacionadas con la capacidad y operación del ferrocarril.
- **Evaluación de Impacto Ambiental:** Los proyectos ferroviarios a menudo deben cumplir con regulaciones ambientales estrictas. La fotogrametría ayuda a evaluar el impacto en el entorno, incluyendo la identificación de áreas sensibles y la planificación de medidas de mitigación.
- **Optimización de Recursos:** Al obtener datos precisos del terreno, la fotogrametría permite optimizar la cantidad de tierra movida y reduce los costos al diseñar trazados de vías más eficientes.



### ¿Qué beneficios otorga la fotogrametría en el anteproyecto ferroviario?

La incorporación de la fotogrametría en el anteproyecto ferroviario conlleva una serie de ventajas significativas y ofrece una serie de beneficios clave en la fase del anteproyecto ferroviario, donde se planifica y se diseña la construcción de las vías férreas. Los beneficios de la fotogrametría en esta etapa del proyecto son las siguientes:

- **Obtención de datos precisos:** Esto es esencial para garantizar que el diseño del trazado ferroviario sea preciso y cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia.
- **Eficiencia en la recopilación de datos:** La recopilación de datos mediante fotogrametría es más rápida y eficiente que los métodos tradicionales de levantamiento topográfico en campo. Esto acelera los procesos para la toma de decisiones y reducción de costos.
- **Reducción de costos:** Al optimizar el diseño y la ubicación de las vías férreas con datos precisos, la fotogrametría contribuye a reducir los costos asociados al movimiento de tierra y la construcción de infraestructura adicional.
- **Planificación de la geometría de vías:** La fotogrametría facilita la planificación de tramos rectos, curvas, pendientes y cruces en las vías férreas. Esto es fundamental para la eficiencia operativa y la seguridad en el transporte ferroviario.
- **Diseño de puentes y túneles:** En proyectos ferroviarios que implican la construcción de puentes y túneles, la fotogrametría proporciona datos precisos para el diseño de estas estructuras, asegurando su conformidad con las especificaciones y estándares.



debido a que el manejo y envío de información puede ser casi instantánea. La capacidad de obtener modelos digitales del terreno a partir de imágenes aéreas ha mejorado la eficiencia, la precisión y la toma de decisiones en los proyectos ferroviarios. A medida que la tecnología fotogramétrica continúe evolucionando, es probable que su importancia en el diseño y la planificación de vías férreas siga creciendo, lo que contribuirá a la construcción de sistemas ferroviarios.

En resumen, la fotogrametría es una herramienta esencial en todas las etapas de un proyecto ferroviario, desde la planificación inicial hasta el monitoreo y el mantenimiento continuo. Su capacidad para proporcionar datos geoespaciales altamente precisos contribuye a la eficiencia, seguridad y éxito de las operaciones ferroviarias. A medida que avanza la tecnología, se espera que la fotogrametría continúe desempeñando un papel clave en la industria ferroviaria.

- **Evaluación de impacto ambiental:** La fotogrametría ayuda a evaluar el impacto ambiental de las vías férreas propuestas y a identificar áreas ambientalmente sensibles que deben ser protegidas.
- **Optimización de la capacidad:** La fotogrametría contribuye al diseño de vías férreas que maximizan la capacidad de transporte, minimizando la congestión y mejorando la eficiencia logística.
- **Apoyo a la toma de decisiones:** La precisión y la riqueza de datos de la fotogrametría son esenciales para la toma de decisiones informadas en la fase de anteproyecto, permitiendo a los ingenieros y planificadores ferroviarios tomar decisiones fundamentadas basadas en información confiable.

La fotogrametría sí ha apoyado a los proyectos ferroviarios; sin embargo, la fotogrametría digital (como yo la llamo) ha transformado la forma en que se aborda el anteproyecto ferroviario al proporcionar una fuente precisa y detallada de información geoespacial y en menores tiempos,

#### RENE ARELLANO

Ingeniero Geomático egresado de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Encargado del área de Topografía en la empresa EGIS. Perito Oficial de la Federación P.0050-2021



### Objetivo:

Mostrar temas selectos del fideicomiso, analizando su naturaleza jurídica, los principales tipos de fideicomiso contemplados en las leyes generales de títulos y operaciones de crédito y del mercado de valores y disposiciones de carácter general, emitidas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores; la ley orgánica de la administración pública federal, y la ley federal de presupuesto y responsabilidad hacendaria, sus aspectos fiscales y la operación y administración de los fideicomisos.

### Dirigido a:

Abogados, contadores, administradores, tesoreros y directivos de entidades financieras, de servicio, de emisoras de valores; abogados postulantes y corporativos; asesores de inversión; miembros de consejos de administración; personas responsables de supervisar el cumplimiento de las disposiciones en materia de servicios de inversión; contralores normativos, jueces y magistrados del poder judicial de la federación; del tribunal federal de justicia fiscal y administrativa; de los tribunales superiores de justicia de los estados; secretarios y proyectistas de los mismos, funcionarios gubernamentales, y público en general.

- **Duración:** 80 horas
- **Horario:** Viernes de 18:00 a 22:00 hrs.  
Sábados de 9:00 a 13:00 hrs.
- **Modalidad:** En línea vía Zoom

### Contenido:

|              |  |
|--------------|--|
| Módulo I.    | Principios generales del fideicomiso en México   |
| Módulo II.   | Ética en los negocios  |
| Módulo III.  | Fintech  |
| Módulo IV.   | Fideicomisos de administración, pago y depósito condicionado                                     |
| Módulo V.    | Fideicomisos de planeación patrimonial   |
| Módulo VI.   | El fideicomiso público   |
| Módulo VII.  | Fideicomisos inmobiliarios A+B   |
| Módulo VIII. | El fideicomiso de garantía   |
| Módulo IX.   | Tratamiento fiscal del fideicomiso   |
| Módulo X.    | Fideicomiso de control accionario  |
| Módulo XI.   | Prevención del lavado de dinero  |
| Módulo XII.  | La intermediación en el mercado de valores, los intermediarios del mismo y el fideicomiso emisor |
| Módulo XIII. | Mesa de control y administración y operación del fideicomiso                                     |
| Módulo XIV.  | Protección de datos personales   |
| Módulo XV.   | Liderazgo y responsabilidad social   |
| Módulo XVI.  | Fideicomisos en zona restringida   |
| Módulo XVII. | Gobierno corporativo   |

CLIC PARA MÁS INFORMACIÓN

# Diplomado en Administración y Manejo de Fideicomisos

Generación 13

Primera fecha:  
**23 de febrero  
de 2024**

Descuento del

**20%**

α egresados

### Contacto:

Adriana Piñera Martel  
adriana.pinera@anahuac.mx  
Tel.: 55 56 28 88 00 ext. 242

Norma Arellano Uribe  
norma.arellano@anahuac.mx  
Tel.: 55 56 28 88 00 ext. 252  
55 54 06 54 94

educacion.continua@anahuac.mx  
anahuac.mx/mexico/educacioncontinua



COLCAMI  
Cupaculcám, Asistencia Técnica  
e Investigación



**ANÁHUAC**  
Educación Continua  
Campus Sur

Trasciende con herramientas



# Integración de las Redes Ferroviarias de México, Estados Unidos y Canadá

Por Miguel Ángel Arroyo Mosco

En las últimas tres décadas, la región norteamericana ha recorrido un proceso de creciente integración económica, principalmente desde el ámbito comercial. Prácticas de libre comercio como el extinto TLCAN resultaron en mercados comunes a nivel regional, y más recientemente, el T-MEC convalidó su marcha fomentando la creación de cadenas de valor realizadas enteramente en Norteamérica.

En este entorno, las actividades económicas realizadas por los tres países de la región (México, Estados Unidos, Canadá) han sufrido cambios tanto en su estructura productiva como en su relación intersectorial. De los primeros cambios que atravesó la integración (que hoy se sigue viviendo), se encuentran las condiciones que permiten la producción deslocalizada, esto es, el aporte que las infraestructuras conceden a la especialización productiva.

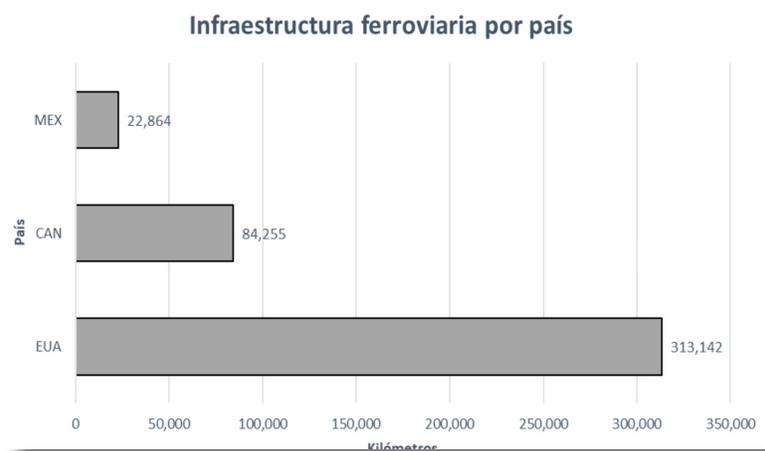
Un tema central de la infraestructura es dotar de un nivel de proximidad para el intercambio comercial de la región, es aquí donde aparece el papel de las comunicaciones y los transportes como medio integrador de los mercados. Por tal motivo, el transporte es (y ha sido) un tema de interés común para estos países.

Desde el punto de vista de la planificación del transporte, este sector es en sí, un sistema que tiende a integrar sus subsistemas, por lo

que el proceso de globalización a nivel interno es solo la sucesión de dicha práctica. Es decir, la integralidad del transporte es parte de un enfoque de sistemas que se lleva a cabo dentro y fuera del ámbito nacional.

Para abordar la integración de las redes ferroviarias de Norteamérica, es necesario señalar parámetros dimensionales, tales como el nivel de infraestructura, el alcance del servicio y otros atributos de interés. De acuerdo con datos de Junta de Transporte de Superficie (STB, por sus siglas en inglés), la Red Ferroviaria de Norteamérica (NARN) equivale a poco más de 420,000 kilómetros de infraestructura de vía, de los cuales 313,000 km se encuentran en Estados Unidos, 84,000 km en Canadá y 23,000 km en México (Gráfico 1).

En términos porcentuales, del total de red ferroviaria, Estados Unidos cuenta con el 75%, Canadá el 25% y México el 5%.



Fuente: Elaboración propia con datos STB-SC-ARTE.

El servicio de transporte ferroviario tiene dos dimensiones, el transporte de carga y el transporte de pasajeros, cada uno de ellos tiene particularidades para fomentar la integración.

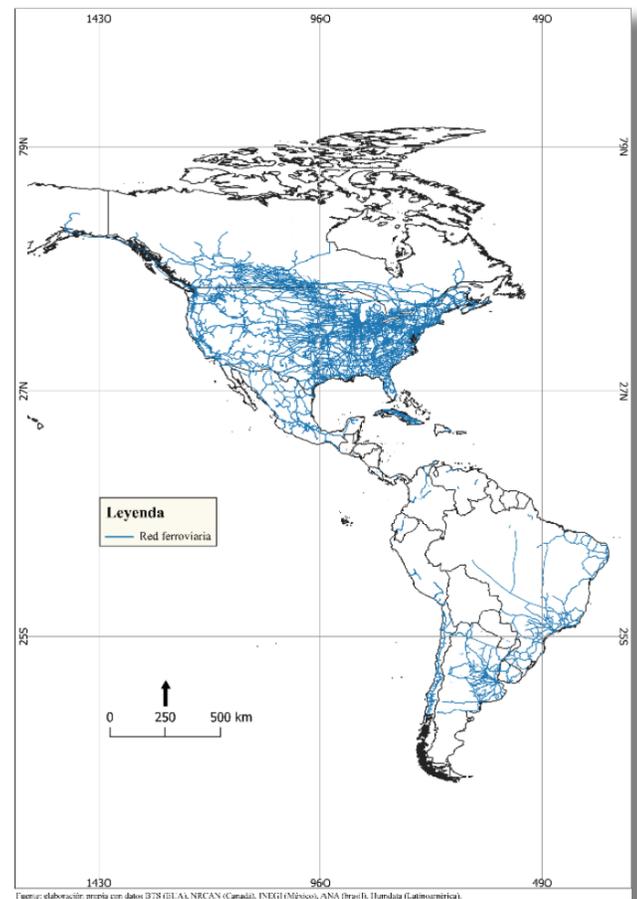
Parece difícil una integración del transporte de pasajeros a nivel regional, por el hecho de la restricción al visado de usuarios. Además, temas de carácter migratorio, restringen el interés de colaborar para el establecimiento de rutas internacionales de pasajeros (principalmente para el caso de México).

Caso contrario, es el transporte de carga, donde existe una gran motivación para el intercambio comercial de la región mediante las rutas existentes (o nuevas) de transporte. De acuerdo con la densidad de infraestructura (Mapa 1), existen áreas estratégicas donde conectan los grandes monopolios ferroviarios, estas áreas son; el Canadian West (Oeste de Canadá), los Great Lakes region (Región de los grandes lagos), en Estados Unidos; el Northeast (Noreste), Midwest (Medio oeste) y South (Sur), y en México, principalmente la región conformada por el eje volcánico (Pacífico-Golfo).

El servicio de transporte también lo podemos clasificar en dos sentidos, el servicio local y regional, y el servicio internacional. Es conveniente señalar que esta clasificación se interpreta desde el punto de vista de los ingresos, por tanto, la Association of American Railroads (AAR) es una entidad encargada de clasificar, de acuerdo con la STB, a los ferrocarriles de línea corta, de línea regional y a los grandes monopolios ferroviarios, respectivamente en clase I, II y III.

Es fundamental, el hecho de que los ferrocarriles son un eslabón necesario para la integración comercial, y su desarrollo en los últimos años se ha orientado a un proceso intenso de fusiones y adquisiciones, si se le asignará un adjetivo al mercado ferroviario, sería el término dinámico, ya que es un sector en constante cambio,

Mapa 1. Densidad ferroviaria de América



principalmente en la obtención de nuevas técnicas y en la obtención de nuevas técnicas, y en la homologación o estandarización del andamiaje institucional.

Es fundamental, el hecho de que los ferrocarriles son un eslabón necesario para la integración comercial, y su desarrollo en los últimos años se ha orientado a un proceso intenso de fusiones y adquisiciones, si se le asignará un adjetivo al mercado ferroviario, sería el término dinámico, ya que es un sector en constante cambio, principalmente en la obtención de nuevas técnicas, y en la homologación o estandarización del andamiaje institucional.

Por mencionar a las principales empresas que operan bajo la modalidad de ferrocarriles de clase I en Norteamérica con ancho de vía internacional, nos encontramos a Union Pacific (UP), Canadian National (CN), Burlington Northern & Santa Fe (BNSF), CSX Transportation (CSXT), Norfolk Southern (NS), Canadian Pacific Kansas City (CPKC) y Grupo México Transportes (FXE). En el radar también están los de clase II, los regionales Genesee & Wyoming (G&W) y Watco Companies (WC).

La integración del transporte ferroviario es un fenómeno en crecimiento, que ha encontrado cabida en la tendencia a la concentración del sector, pero no hay que olvidar que, todo cambio implica un costo, para medir el desempeño de esta tendencia sería interesante conocer el PIB de transporte y su aporte a la productividad factorial.



### MIGUEL ÁNGEL ARROYO

Profesor asociado de la Licenciatura en Economía de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Doctorado en Economía Pública en el Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc). Premio Anual de Investigación Económica Jesús Silva Herzog 2020 con líneas de investigación en economía del transporte y regulación económica en ferrocarriles.



# Tipos de Esfuerzos que Soportan las Ruedas

Por César Meráz Brenes

Los grandes esfuerzos a los que están sometidas las ruedas se deben a las cargas por rueda y a las fuerzas de guiado. La banda de rodadura es la parte de la rueda que más esfuerzos soporta, apareciendo en la banda de rodadura de las ruedas motrices y de las ruedas sobre las que se aplican los frenos, deslizamientos y altas cargas térmicas.

**Esfuerzos cíclicos:** Se manifiestan en la zona elasto-plástica de contacto entre rueda - carril y son las tensiones ligadas a la rodadura. Se deben a la carga, al esfuerzo de tracción y pseudodeslizamiento. Aunque las cargas no sean muy elevadas, se pueden producir en la zona de contacto rueda-carril deformaciones plásticas en la llanta. Durante los primeros ciclos de carga se introducen en la rueda tensiones residuales que, junto a las deformaciones existentes, producen un endurecimiento del material.

**Esfuerzos térmicos:** Las frenadas y los esfuerzos motores o retardadores cuando se produce patinaje debido a la pérdida de adherencia entre la rueda y el carril, provocan la aparición de dichos esfuerzos que, afectan sobre todo a la zona de la banda de rodadura, pudiendo llegar a producir transformaciones metalúrgicas en el acero (templado de las zonas que han patinado). Fuertes frenadas pueden crear tensiones que exceden en ciertas zonas

el límite elástico del material, provocando modificaciones en el campo de tensiones residuales, favoreciendo de esta manera la evolución de fisuras en zonas profundas.

**Esfuerzos mecánicos:** La existencia de un esfuerzo vertical aplicado sobre la banda de rodadura en el contacto rodante y un esfuerzo lateral sobre la pestaña debidos a la carga por rueda y al guiado sobre la vía, provocan la aparición de esfuerzos mecánicos.

**Esfuerzos cíclicos:** Se manifiestan en la zona elasto-plástica de contacto entre rueda y carril, son las tensiones ligadas a la rodadura. Se deben a la carga, al esfuerzo de tracción y pseudodeslizamiento. Aunque las cargas no sean muy elevadas, se pueden producir en la zona de contacto rueda-carril deformaciones plásticas en la llanta. Durante los primeros ciclos de carga se introducen en la rueda tensiones residuales que, junto a las deformaciones existentes, producen un endurecimiento del material.

## DESGASTE EN LA BANDA DE RODADURA (HW)

“Hollow wear” (HW) es el término dado para el desgaste existente en el centro de la banda de rodadura. Este efecto de desgaste concentrado, a menudo se produce debido al uso de bogies de marcha muy estables



que circulan preferentemente por rutas muy rectas. La interacción de las zapatas de frenado con la banda de rodadura puede, dependiendo de su configuración y la selección del material, también acelerar el desarrollo de este tipo de desgaste.

El desarrollo de este tipo de desgaste afecta a la conicidad efectiva del eje montado. Si el desgaste aumenta, puede en ciertos casos afectar a la dinámica y a los límites de estabilidad del vehículo.

Puede afectar el desarrollo de una falsa pestaña en la dinámica del vehículo, si no también no conviene que ocurra, ya que puede ocasionar daños importantes tanto en la cabeza del carril como en los cambios y cruces de vía.

El desgaste durante los primeros kilómetros de vida de la rueda es uniforme en toda la banda de rodadura, siendo después mayor en dos zonas, cerca de la pestaña y en el extremo opuesto a la misma. Este desgaste se debe principalmente a las fuerzas de arrastre que actúan en la banda de rodadura cuando la rueda opuesta está con la pestaña haciendo contacto en el carril.

### **ROLLING CONTACT FATIGUE (RCF)** **RCF1, RCF2 y RCF3**

Rolling Contact Fatigue, es el término dado

al daño relativo de fatiga, inducido por la acción repetida de una fuerza de arrastre resultante, además de las fuerzas verticales de contacto rueda - carril actuando sobre la misma área de la rueda.

Los ciclos repetidos de carga y descarga sobre la banda de rodadura de la rueda junto con las fuerzas de deslizamiento adicionales, conducen a través del proceso conocido como "racketing", a una deformación plástica del material.

Una vez se supera la ductilidad del material por el incremento de deformación plástica, las fisuras empezarán a iniciarse y a propagarse por estar sometidas a ciclos de carga repetidos en el material, en dirección paralela al plano de deformación de material. Una vez las fisuras han alcanzado cierto tamaño, también se propagan debido a la presión hidrostática aplicada por algunos fluidos que entran en las fisuras desde la banda de rodadura o por la cabeza del carril y quedan atrapados por la rotación de la rueda a lo largo del carril.

En ciertas ocasiones las redes de fisuras se pueden haber desarrollado lo suficiente para que ocurra el fenómeno de "shelling". Término utilizado para el proceso de pérdida de material desde la banda de rodadura, siguiente al establecimiento de una red de fisuras por fatiga.

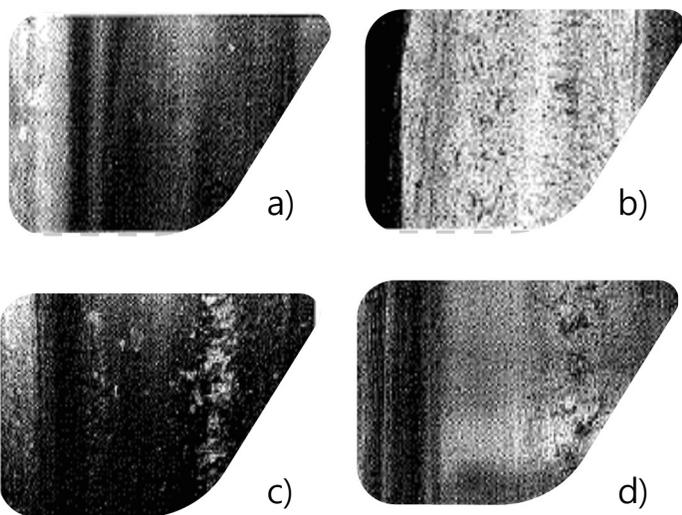


Como las fisuras se propagan además dentro de la banda de rodadura su alineación cambiará lentamente desde su ángulo tangencial inicial y empieza a adoptar una alineación más radial.

Debido a la diferencia longitudinal y a las fuerzas laterales presentes dentro de varias zonas de la banda de rodadura de la rueda, se obtienen cuatro clasificaciones de RCF dependientes de la localización.

## ZONA 1. RCF1

La acción repetida de las fuerzas de deslizamiento longitudinales y laterales inducidas por el paso por curva pueden dar origen a la variante clásica de RCF en la parte 1 de la banda de rodadura (zona 1),



produciéndose principalmente en la parte exterior de la rueda que circula por la parte interna de la curva. Las diferentes relaciones entre las fuerzas de deslizamiento longitudinal y las fuerzas de deslizamiento lateral influenciarán en el ángulo de la red de fisuras, el cual típicamente estará entre  $30^\circ$  -  $45^\circ$  sobre el eje de la rueda.

**Figura a)** fisuras en Zona 1 por RCF.

**Figura b)** inicio del proceso de desprendimiento de fisuras por RCF1.

**Figura c)** desprendimiento de fisuras RCF1, totalmente estabilizadas.

**Figura d)** desprendimiento más profundo de fisuras RCF1.

## ZONA 2. RCF2

Este daño es causado por los mismos mecanismos y fuerzas que intervienen en RCF de la Zona 1 excepto que ocurre por la interacción de la rueda en su zona más cercana a la pestaña con el carril exterior de la curva, el cual está más elevado que el interior debido al peralte existente en la curva.

La Zona 2 RCF típicamente ocurre con mucha menos frecuencia que la Zona 1 RCF. Debido a los cambios en la geometría y presión de contacto en la banda de rodadura mientras la rueda está en servicio, las fisuras por RCF en la zona 2 "desaparecen" debido al desgaste sufrido, a menos que se hayan establecido dichas fisuras permanentemente. Las fisuras de la zona 2 adoptan típicamente un ángulo alrededor de los  $30^\circ$  -  $60^\circ$  sobre el eje de la rueda.

## ZONA 3. RCF3

El crecimiento de fisuras por fatiga en el centro de la banda de rodadura es un fenómeno poco frecuente que ocurre por la aplicación repetida de elevadas fuerzas longitudinales de tracción que dan origen a deslizamiento longitudinal.



Por ejemplo, para vehículos que sufren de manera regular casos de niveles elevados de deslizamiento de ruedas, o incluso, rodadura pura cuando se aplica tracción para bajas velocidades, pueden empezar a exhibir tal daño por fatiga.

Debido a la componente longitudinal pura de las fuerzas de deslizamiento involucradas, las fisuras se orientan lateralmente a través de la banda de rodadura de la rueda y adoptaran un perfil con forma recta o en "C". Hay que tener cuidado no confundir esas fisuras por fatiga con su orientación lateral de  $0^\circ - 10^\circ$  con el eje del vehículo, con las fisuras laterales por efecto térmico que son más críticas, asociadas con el sobrecalentamiento de la llanta en la banda de rodadura o por el bloqueo de frenos.

Una causa directa de las fuerzas de deslizamiento longitudinales que causan RCF en zona 3, son los diferentes diámetros de rueda dentro de un bogie, especialmente

cuando los ejes son acoplados mecánicamente, y su instalación no es correcta dentro del bogie. Este hecho causa una fuerza de deslizamiento longitudinal permanente aplicada de manera constante tangente a la vía. En este caso la alineación de la fisura puede adoptar un ángulo de orientación más amplio.

gulo de orientación más amplio.

### **FISURAS SUPERFICIALES "SPALLING"**

Son fisuras que se propagan hacia el interior de la llanta, llegando a producir pequeños desprendimientos de material. Estas fisuras se producen por el deslizamiento de las ruedas o por la acumulación de deformación plástica en la superficie de rodadura.

El desgaste es generalizado y continuo, pudiendo deberse a factores tales como velocidad excesiva de circulación, cargas verticales excesivas o ruedas de dureza insuficiente.

## **FISURAS SUPERFICIALES PRODUCIDAS POR DESLIZAMIENTO DE RUEDAS**

El deslizamiento de las ruedas puede llegar a producir en la superficie de la rueda un plano. Entre las razones para que se produzca el deslizamiento de las ruedas podemos encontrar desde frenos defectuosos o fuerzas de frenado demasiado altas hasta contaminaciones del carril por hojarasca, lubricantes, hielo, arena, etc.

La fricción entre rueda y carril introduce una alta carga térmica local en la banda de rodadura, llegando hasta temperaturas próximas a los 800° C, donde a esta temperatura disminuye el límite elástico en esta zona, pudiendo aparecer deformación plástica. Cuando la rueda vuelva a girar se produce un rápido enfriamiento, produciendo una transformación de fase en la banda de rodadura y formándose martensita.

Tras el enfriamiento y la contracción, debe mantenerse la continuidad entre material localmente plastificado y la banda de rodadura con las restricciones permanentes de las ruedas, por lo que la banda de rodadura queda tensionada.

La martensita es frágil, con una estructura cristalina que tiene un coeficiente de expansión volumétrico de un 0.5% comparado con la estructura perlítica a temperatura ambiente. Esto conlleva a que se produzcan tensiones residuales compresivas en la estructura martensítica y tensiones residuales de tracción en el material de alrededor. Si la zona afectada térmicamente no se elimina por mecanizado, se formarán fisuras de fatiga por la acción de las tensiones

contacto de la rodadura. Mientras la rueda se mueva, la capa de martensita impacta contra el carril favoreciendo el crecimiento de las fisuras.

Una vez que las fisuras crecen, se empieza a producir desprendimiento de pequeños trozos de material, haciendo que de nuevo aumente el nivel de impacto. Las cavidades producidas son del orden de entre 1 y 5mm de profundidad, rodeadas de fisuras con profundidades de hasta 10 y 18 mm bajo la banda de rodadura.

Este tipo de defecto se está intentando solucionar desde dos frentes, por un lado mejorando los sistemas de protección anti-patinaje y por otro mejorando las características de dureza y resistencia de los aceros.

En la figura se observa la zona afectada térmicamente y el desarrollo de fisuras en dichas zonas.

## **RUEDA CON PLANO**

### **FISURAS SUPERFICIALES PRODUCIDAS POR DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN LA SUPERFICIE DE LA BANDA DE RODADURA "RACHETTING"**

En este caso, el fallo ocurre cuando la carga está por encima del límite elástico de la rueda, que produce flujo plástico, formándose tensiones residuales y endureciendo el material por deformación. Si la carga se encuentra por encima de un valor crítico límite, el límite plástico se acumulará a la deformación plástica en cada carga. El fallo ocurre por ciclo de fatiga de baja frecuencia.

Se trata de un fenómeno de rotura que ocurre cerca de la superficie de rodadura y su principal causa son altas fuerzas de fricción, estas llevan a unas altas tensiones de cortadura seguidas de una alta deformación plástica en la superficie. Cuando la ductilidad de la superficie del material está agotada se desarrolla una fisura.

Estas fisuras suelen orientarse perpendicularmente a la dirección de deslizamiento. La deformación produce fisuras que se inician en el material y se propagan a lo largo de granos deformados plásticamente, propagándose inicialmente en la superficie con un ángulo poco profundo, para seguir una dirección axial, por la cual las grietas se propagan circunferencialmente suele ser entre 1.5 y 2mm, produciéndose la rotura final cuando una parte de la fisura llega a la superficie, desprendiéndose una parte de la banda de rodadura.

### CÉSAR MÉRAZ BRENES

Ingeniero Civil Especialista en Construcción de Proyectos de Infraestructura. Sólidos conocimientos en Vías Férreas, Túneles, Caminos y Puentes. Miembro activo del Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Jalisco.





# SOLUCIONES DE VALOR

Valuaciones para todo tipo de sectores, desde vivienda hasta cualquier industria.

CLIC PARA MÁS INFORMACIÓN 



**tasvalúo**

consultoría · valoración · data

[www.tasvaluo.com](http://www.tasvaluo.com)



# **Hablemos de Trenes; Equipo Ferroviario - Plataformas**

**Por Luis Miguel Carbajal**



En esta colaboración, se concluye el tema sobre el equipo de carga que se utiliza en los ferrocarriles de México, Estados Unidos y de Canadá, conforme a las reglas de la AAR y de AREMA.

## PLATAFORMAS

También conocidas como "planas". Este equipo ferroviario, se utiliza para el transporte de diversa carga especial, tales como rieles, durmientes de concreto, contenedores, cajas de tráiler, automóviles, etc.



Fig.1. Plataforma sencilla para carga en general de 56 pies, del ferrocarril Western Pacific. Fuente: propia

El tráfico intermodal (contenedores o remolques en plataformas) se ha quintuplicado desde 1980, con más de 18 millones de envíos por año en ruta por toda América del Norte. Los contenedores y remolques intermodales transportan una amplia gama de bienes de consumo

(como ropa, electrodomésticos, artículos para el hogar, electrónicos, etc.) y productos industriales y agrícolas. Las plataformas modernas admiten envíos de contenedores y remolques a través de tipos de plantas especialmente diseñados para maximizar la eficiencia para los mercados nacionales e internacionales.

Las plataformas de doble estiba permiten llevar dos contenedores intermodales apilados uno encima del otro. Muchas plataformas están articuladas (comparten ruedas entre las unidades de la plataforma), lo que reduce el juego muerto del tren y mejoran la calidad de movimiento especialmente para carga frágil. Las plataformas intermodales de doble estiba vienen en diferentes configuraciones. Los más comunes son plataformas articulados de 5 unidades y 40 pies para transportar contenedores internacionales de 20, 40 y 45 pies, y las plataformas articuladas de 3 unidades y 53 pies para transportar contenedores de 53 pies.

## PLATAFORMAS AUTOMOTRICES

Las fuertes ventas de automóviles son una buena noticia para la industria ferroviaria, ya que los fabricantes de automóviles utilizan el ferrocarril para trasladar piezas a sus planas y entregar vehículos terminados al mercado. Los automóviles y camiones ligeros



viajan en plataformas automotrices, que se componen de dos estructuras independientes: una plataforma automotriz (la base) y un bastidor automotriz (la superestructura), cada uno de los cuales cuesta aproximadamente lo mismo que un furgón de carga general.

Las plataformas para automóviles vienen en dos configuraciones distintas: dos y tres niveles. Las plataformas de dos niveles son más espaciaosas y se adaptan a vehículos más grandes como SUV, camiones y crossovers. Las plataformas de tres niveles están diseñadas para mover automóviles de pasajeros más pequeños, como sedanes y hatchbacks, ya que más de estos automóviles pueden caber en una plataforma de tres niveles.

### **PLATAFORMAS DE MAMPARO (BULKHEAD)**

Esta plataforma con mamparo de 62' está diseñada con piso de acero que se



puede clavar y amortiguar en el extremo. Los mamparos tienen una altura de 11'-8 por encima del piso de acero que se puede clavar y vienen equipados con tablonces de abeto Douglas tratados según la norma C-15 de la Asociación Estadounidense de Conservadores de Madera (AWPA). El diseño ofrece flexibilidad para transportar una variedad de productos tales como acero estructural, tubería, placa de acero y algunos productos de madera.



### **PLATAFORMAS DE VIGA CENTRAL (CENTER BEAM)**

El diseño único de las plataformas de viga central o center beam, es adecuado para el transporte de productos de construcción como madera dimensional, madera contrachapada y paneles de yeso. La recesión en el mercado de la vivienda redujo significativamente la demanda de estos productos básicos y los transportistas encontraron creativamente otros usos



otros usos para la plataforma como envíos de tuberías, tubos de acero y vigas. La mayoría de las planas tienen una capacidad de 73 pies y 100 toneladas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carbajal, J. L. (11 de Octubre de 2023). Propio. Apizaco, Tlaxcala, México.
- Group, T. P. (18 de Octubre de 2023). Progressive Railroading. Obtenido de <https://www.progressiverailroading.com/>
- Industries, G. (18 de Octubre de 2023). Greenbrier Industries. Obtenido de <https://www.gbrx.com/>
- System, B. R. (18 de Octubre de 2023). Bulkhead Flatcar Sheet Steel Load. Obtenido de <https://tinyurl.com/yzhx3z8s>
- Trains, S. (18 de Octubre de 2023). Scaletrains. Obtenido de <https://www.scaletrains.com/>
- TTX. (18 de Octubre de 2023). TTX Railcar Pooling Experts. Obtenido de <https://www.ttx.com/>



**LUIS MIGUEL CARBAJAL**

Consultor TIC y Transportación Ferroviaria.



# **Seguridad Operacional**

**Por Alejandro Bentancor**

Muchas veces se habla de la tecnología y la era de las telecomunicaciones, o como podemos ver en estos tiempos que corren (cada vez más rápido), la inteligencia artificial y todos sus campos de aplicación, muchas veces, para reemplazar tareas monótonas o de extrema complejidad que actualmente son realizadas por seres humanos y podrían gestionarse a través de la lógica desarrollada en softwares que permiten la toma de decisiones y la concreción de acciones mediante máquinas con altos niveles de autonomía.

En todos los modos de transporte de pasajeros existe y es utilizada la tecnología para una conducción autónoma con intervención humana mínima. Está muchas veces destinada a la supervisión del funcionamiento de los equipos, y en caso de ser necesario, la toma de control de forma manual.

Hoy en día, los sistemas permiten la carga de datos referidos a las rutas planificadas, la cantidad de combustible necesario o peso de carga transportada, la cantidad de pasajeros, la identificación del material rodante (letra, número, destino), entre otros.

En el ambiente de la Seguridad Operacional, la industria del transporte en cualquiera de sus modalidades (aéreo, marítimo, ferroviario, automotor) es considerada, en su funcionamiento, como un sistema sociotécnico complejo. Y se la considera de esta forma porque para desarrollarla es necesario que convivan e interactúen actores con todo tipo de especialidades, tan diversas, pero tan necesarias entre sí para lograr brindar un servicio de transporte de pasajeros o de cargas que cumpla con altos estándares de seguridad, con el fin de resguardar la integridad física de las

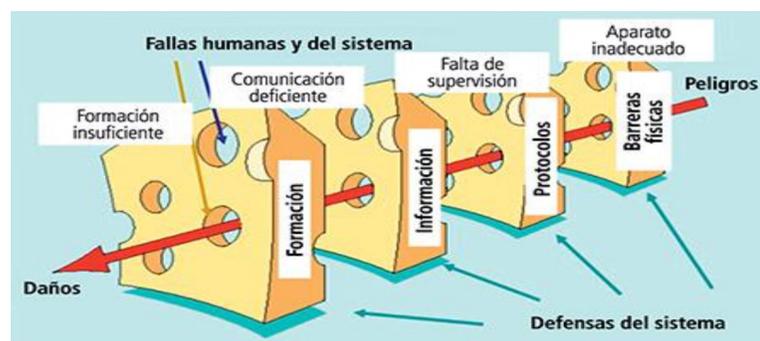
personas, así como la infraestructura y el material rodante.

Se dice entonces que la seguridad es la ausencia de riesgo inaceptable.

Y podemos definir a la Seguridad Operacional como un estado en el que el riesgo de provocar daños a las personas o a la propiedad, es reducido a un nivel aceptable (o mantenido por debajo del mismo) por medio de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de los riesgos.

En otras palabras, la Seguridad Operacional puede interpretarse como el nivel de tolerancia al riesgo de una organización.

En el ambiente es común utilizar un modelo, conocido coloquialmente como del "queso suizo" de James Reason, el cual intenta explicar la trayectoria de un peligro en una organización a través de su sistema de defensas, y el modo en que éste va avanzando y puede o no, materializarse en daño a las personas,



la infraestructura y/o el material rodante como es el caso del transporte ferroviario. Para esto, el modelo presenta las defensas del sistema como barreras de distinto tipo, las cuales pueden identificarse de la siguiente manera:



- **Barreras físicas:** sistemas de enclavamientos mecánicos, eléctricos, lógicos. Protectores térmicos, aislamientos, mecanismos tipo fail-safe, etc.
- **Barreras normativas:** reglamentos, procedimientos, protocolos, instructivos, instrucciones de servicio, manuales de operaciones, etc.
- **Barreras en la información:** comunicaciones operacionales (canal, medio, mensaje, codificación, emisor, receptor, feedback).
- **Barreras en la formación:** inducción, capacitación para el puesto, reinstrucción regular, entrenamiento, cursos formativos o de actualización, etc.

Como se ha mencionado anteriormente, los seres humanos participan activamente en el funcionamiento de cualquier sistema técnico y, al haber normativas, formación y comunicaciones de por medio, es que este sistema se va complejizando, así como la gestión del mismo.

En Seguridad Operacional, el factor humano es una parte esencial y de vital importancia en el sistema de defensas de cualquier organización, y lo primero que se debe comprender es que ninguna actividad humana, o sistema conformado por el hombre, está totalmente libre de peligros o errores operacionales.

Lo segundo es que el error es inherente a la propia naturaleza humana: no somos perfectos. No obstante, somos los seres humanos quienes programamos y reparamos las máquinas con las que trabajamos, así como también confeccionamos los reglamentos con los que luego debemos desempeñar nuestras funciones, por lo tanto, hasta las máquinas, los sistemas y las normativas son perfectibles.

El operador de primera línea, un ser humano de carne y hueso, va a ser quien trabaje, muchas veces supervisando una máquina, y convive diariamente con los

peligros latentes (aquellos que se encuentran en nuestra organización, pero aún no han sido identificados y pueden activarse en cualquier momento), y su desempeño será parte de una barrera más (y de las más importantes) dentro del sistema de seguridad de nuestra organización, tal y como fue explicado previamente en el modelo del "queso suizo" de James Reason.

Ahora vamos a incorporar otra característica humana en el funcionamiento de las industrias denominadas sociotécnicas complejas: la fiabilidad.

Esta se define como "la probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado". Tomemos y apliquemos la misma definición para los seres humanos.

Por otro lado, tendremos el error, "una acción que es inexacta o incorrecta". Ambas son características inherentes del ser humano, conviven diariamente y de forma constante.

Una forma de verlo de manera práctica, es imaginar las dos caras de una misma moneda. En una cara estará el operador de primera línea, el cual será una de las barreras más efectivas para mitigar cualquier peligro que haya atravesado las barreras previas del sistema (físicas, normativas, etc.), y tendremos una característica: la fiabilidad.

En la otra cara, la probabilidad de realizar una acción incorrecta en algún momento del ciclo de vida del sistema: el error.



Otro componente más en esta ecuación es aquel referido a la percepción del riesgo. La percepción es "la forma en la que el cerebro humano interpreta las sensaciones que recibe a través de los sentidos (vista, audición, olfato, gusto, tacto) para formar una impresión inconsciente o consciente de la realidad física de su entorno."

Por este motivo es que la percepción del riesgo es totalmente subjetiva, ya que depende exclusivamente del individuo, y su percepción va a estar condicionada e influenciada por todo tipo de factores, por ejemplo:

- **Culturales:** religión, educación, sociales.
- **Experiencias previas:** situaciones similares vividas o conocidas, entrenamientos o simulacros, etc.
- **Psicológicos:** estados de ánimo, etc.



- Físicos (anatómicos): agudeza visual, auditiva, así como limitaciones motrices, o de diseño en los sistemas a ser operados (alturas, distancias, etc.).

Al unir todos estos conceptos es que el estudio del ser humano en la industria del transporte pasa a tomar una relevancia considerablemente mayor cuando las organizaciones entienden que un mismo operador humano puede ser la barrera más importante en su sistema de defensa para contener un peligro, así como también puede ser uno de los factores determinantes al momento de contribuir a que dicho peligro se concrete y provoque un daño.



### ALEJANDRO BENTANCOR

Director de Carrera en Universidad de la Marina Mercante (UdeMM) y especialista en Sistemas de Señalamiento Ferroviario.





# Clúster Ferroviario de Mexicanos en Alemania: Por una Movilidad y Transporte Sostenible en el Futuro para México

Por Paola Castro



El pasado 28 de noviembre de 2023, tuvo lugar el lanzamiento oficial en México del libro especializado; "Clúster Ferroviario de Mexicanos en Alemania: Por una Movilidad y Transporte Sostenible en el Futuro para México".

En el evento de lanzamiento se contó con la presencia de amigos y colegas de los autores del libro, y a distancia las personas interesadas, profesionales, estudiantes y amantes del sector ferroviario, pudieron presenciarlo en vivo en diferentes partes del país mediante la transmisión vía zoom.

El Dr. Emmanuel Gómez Farías y David Camacho encabezaron el lanzamiento, compartiendo con los invitados y el los audiencia a distancia unas palabras sobre el objetivo, los aprendizajes y retos que fue la creación de este trabajo de muchos años, así como una invitación a todos aquellos interesados en el sector de movilidad, y claro, del ferroviario que, sin duda, ha ido en crecimiento ya desde hace unos años.

Este libro es una colaboración del Clúster Ferroviario de mexicanos en Alemania; un grupo interdisciplinario de profesionales que buscan promover el intercambio de conocimientos en materia ferroviaria entre México y Alemania.

Desde su fundación, en 2020, el Clúster ha buscado contribuir a la formación de recursos humanos calificados en México en temas de movilidad, vinculando a estudiantes y profesionales nacionales destacados de instituciones educativas e industrias en Alemania. Esto, con el objetivo de apoyar en el intercambio y cooperación entre instituciones de educación superior de ambos países y generar propuestas encaminadas a la mejora y modernización del ferrocarril en México.



Este trabajo fue coordinado por el Dr. Emmanuel Gómez Farías Mata y con la colaboración de David Camacho, Armando Gordillo Z, Stefan von Mach, Jonathan Chávez, Mauricio Villareal, Miguel Abreu, Isidro Enrique Zepeda Ortega y Abelardo Rodríguez- Pretelín.

Dentro de su contenido, se podrá encontrar información sobre políticas públicas en materia ferroviaria, la visión ferroviaria en México, propuestas de ampliación referente a la Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017. Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas, Vehículos ferroviarios y sus sistemas de propulsión, infraestructura ferroviaria pública con participación privada 1960-2015, seguridad y exposición al riesgo en el sistema ferroviaria mexicano, análisis de capacidad de vía y métodos de simulación, la importancia de la planeación en el desarrollo de proyectos en México y participación ciudadana, así como el derecho al transporte público.

Para que lo conozcas un poco más, este libro pretende...

- Analizar el estado del arte de las normativas urbanas en relación a los sistemas ferroviarios y en conjunto con los diferentes tipos de modalidad.
- Conocer los diferentes conceptos aplicados por distintos gobiernos en sus variadas escalas, así como las recomendaciones propuestas por diferentes organizaciones ciudadanas al respecto.
- Proponer mejoras y complementos con base en la inminente introducción de diferentes sistemas de transporte masivo ferroviarios en todo el país.
- Fungir como un intermediario entre los diferentes actores del sector para la óptima integración de las diversas necesidades e intereses de cada uno, con el objeto de detonar y no frenar el desarrollo de los sistemas ferroviarios del país.

Actualmente, el libro solo se encuentra disponible de manera digital para Kindle. Aún están en pláticas con editoriales para su publicación en física.



PAOLA CASTRO

Licenciada en Comunicación por la UNAM.  
Redacción de Mundo Ferroviario.





[www.mundoferroviario.lat](http://www.mundoferroviario.lat)



[@MundoFerroviarioLatam](https://www.facebook.com/MundoFerroviarioLatam)



[@MundoFerroviario](https://www.linkedin.com/company/MundoFerroviario)



[info@mundoferroviario.lat](mailto:info@mundoferroviario.lat)