

SISTEMA NACIONAL DE INDICADORES FERROVIARIOS

2020



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



ARTF
AGENCIA REGULADORA
DEL TRANSPORTE
FERROVIARIO

INDICE

PRESENTACIÓN	5
ACTUALIDAD DEL SFM	7
TRANSPORTE DE CARGA	8
TRANSPORTE DE PASAJEROS	9
METODOLOGÍA	10
INTRODUCCIÓN	11
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVOS	13
PROCESO DE GENERACIÓN DEL SNIF 2020	14
ESTRUCTURA	17
ESTRUCTURA GENERAL	18
INDICADORES TÉCNICOS	20
Fiabilidad	21
Capacidad	24
INDICADORES ECONÓMICOS	27
Asignación de Costos.....	27
Eficiencia y Productividad	28
INDICADORES DE SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE	30
Ambiental.....	30
Seguridad Ferroviaria	32
Salud en el Ferrocarril.....	33
INTERRELACIÓN EN EL SNIF	35
LISTADO DE INDICADORES	37
RESUMEN ESTADÍSTICO	38
COMPARATIVA ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	43
INDICADORES TÉCNICOS	44
SUBGRUPO: FIABILIDAD	45
Índice de averías totales.....	45
Tráfico interferido por averías.....	47
Tiempo promedio de restauración	49
Velocidad media de recorrido	51

Carros cortados BO de un tren en camino	53
SUBGRUPO: MANTENIBILIDAD	55
Mantenimiento preventivo y/o correctivo	55
Edad promedio del equipo tractivo.....	57
Edad promedio del equipo de arrastre	59
SUBGRUPO: CAPACIDAD	61
Ingreso por tonelada-kilómetro.....	61
Tonelaje promedio por carro cargado	63
Densidad de tráfico ferroviario.....	65
Densidad de tráfico de vehículos.....	67
Rendimiento de combustible	69
Toneladas-kilómetro por tren-hora	71
Carga por tren	73
Razón carros-trenes.....	75
Promedio de carros por locomotora.....	77
Promedio de longitud de arrastre por tren	79
Ingreso por pasajeros.....	83
INDICADORES ECONÓMICOS	85
SUBGRUPO: ASIGNACIÓN DEL COSTO.....	86
Costo de mantenimiento a vía por tren-km	86
SUBGRUPO: EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	88
Carga total por empleado.....	88
Relación entre costos de operación e ingresos totales.....	90
Mantenimiento de vía	92
Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete.....	94
Tiempo de espera en terminales.....	96
Longitud promedio de trenes.....	98
Kilómetros por carro por día.....	100
INDICADORES DE SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE	102
SUBGRUPO: SEGURIDAD FERROVIARIA.....	103
Muertes y lesiones.....	103
Arrollamiento de vehículos en cruces a nivel (CAN)	106
Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril.....	108

Seguridad operativa en carga transportada.....	111
SUBGRUPO: SALUD FERROVIARIA	114
Accidentes por mantenimiento.....	114
SUBGRUPO: AMBIENTAL.....	117
Accidentes con impacto ambiental	117
CONCLUSIONES.....	119
GLOSARIO.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	126



PRESENTACIÓN

La Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF), en ejercicio de sus atribuciones de elaborar, registrar y publicar la estadística de los indicadores de los servicios ferroviarios, reconocida en la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (LRSF), el Reglamento del Servicio Ferroviario (RSF) y su Decreto de Creación como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforma y publica el Sistema Nacional de Indicadores Ferroviarios (SNIF) respecto al desempeño en el transporte ferroviario de carga y pasajeros del Sistema Ferroviario Mexicano (SFM), a través del análisis y evaluación de indicadores técnicos, económicos y de salud, seguridad y ambiente.

De acuerdo con los principios establecidos en el RSF, esta versión del SNIF se construyó con base en la revisión de los indicadores señalados en los títulos de concesión y asignación, así como de la investigación de estándares internacionales establecidos en literatura técnica especializada y científica. En concreto, el SNIF representa una herramienta de gran utilidad para la ARTF, porque establece una nueva metodología de trabajo y sirve como fuente de información básica, la cual permitirá de ahora en adelante, y de manera frecuente y periódica, monitorear, evaluar y emitir recomendaciones específicas para implementar acciones que mejoren los estándares de eficiencia y rendimiento en el SFM. Asimismo, permitirá a los usuarios del SFM adentrarse en el entendimiento del funcionamiento del SFM y a su vez tomar decisiones informadas respecto a sus requerimientos de servicio público de transporte ferroviario. Además, con la ayuda de este documento es posible, mediante la comparación de indicadores ferroviarios similares, comparar el desempeño del SFM no solo entre concesionarios sino también con otros sistemas ferroviarios, sobre todo con aquellos con los que el SFM tiene una estrecha interrelación: el sistema ferroviario de los Estados Unidos de América y de Canadá.

Es importante mencionar que, en aras de la continuidad, esta nueva publicación del SNIF rescata aspectos utilizados de la estructura presentada en el SNIF de 2018. Sin embargo, en este reporte se actualiza la estructuración del SNIF integrando nuevos indicadores ferroviarios y, lo que es más importante, asignando objetivos concretos para cada indicador adoptado. Esto no hubiese sido posible sin la colaboración y participación por parte de los concesionarios, permisionarios, usuarios y expertos del sistema ferroviario en México. Este ejercicio de actualización y mejora es un esfuerzo que habrá de mantenerse en un proceso de mejora continua hasta lograr que la transparencia y apertura de la información relevante logre cubrir las expectativas y necesidades de todos los participantes en el sector. También es importante señalar que la información utilizada para calcular los indicadores del SNIF proviene tanto de los reportes emitidos por la ARTF (PULSO Mensual del SFM, Reporte Trimestral de Seguridad en el SFM, Anuario Estadístico Ferroviario) como de información complementaria que los concesionarios y asignatarios presentaron a la ARTF.



ACTUALIDAD DEL SFM

TRANSPORTE DE CARGA

Actualmente, los concesionarios y asignatarios que brindan el servicio de transporte de carga en el SFM son: Kansas City Southern de México, S.A. de C.V. (KCSM), Ferrocarril Mexicano, S. A. de C. V. (Ferromex), Ferrosur, S. A. de C. V. (Ferrosur), Ferrocarril y Terminal del Valle de México (Ferrovalle), Línea Coahuila Durango, S. A. de C. V. (LCD), Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec, S. A. de C. V. (FIT) y la Administradora de la Vía Corta Tijuana-Tecate, S. A. de C. V. (Admicarga). En la Figura 1 se muestra la localización de las vías concesionadas y asignadas para el movimiento de carga en el territorio nacional.



Figura 1. Mapa del Sistema Ferroviario Mexicano.

TRANSPORTE DE PASAJEROS

El SFM cuenta con cinco servicios de pasajeros: el Tren Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México (concesión a Ferrocarriles Suburbanos S. A. de C. V.), el Tren Turístico Puebla-Cholula (asignación al Estado de Puebla), el Ferrocarril Chihuahua-Pacífico (concesión a Ferrocarril Mexicano, S. A. de C. V.), el Tren Tequila Express (asignación al Estado de Jalisco) y el Tren de la Vía Corta Tijuana-Tecate (asignación al gobierno de Baja California). En la Figura 2 se muestra la localización de las rutas de pasajeros en el territorio nacional para cada uno de estos servicios.



Figura 2. Mapa de rutas del transporte ferroviario de pasajeros.



METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

Desde su concesión en 1995, el transporte ferroviario de carga en México ha mostrado un desarrollo y crecimiento constante lo que se refleja claramente, por ejemplo, en el aumento continuo interanual de las toneladas netas de mercancía transportadas, esto de acuerdo con la información presentada en el Anuario Estadístico Ferroviario de 2018 emitido por la ARTF. Específicamente, durante la última década (2008-2018), dicho rubro tuvo un crecimiento cercano al 25%. Parte de las causas principales de este notable crecimiento, se debe, por ejemplo, a la modernización del sector mediante el recambio y actualización de la flota tractiva y de arrastre, las cuales, al momento de otorgar la concesión, eran sinónimo de lentitud e incumplimiento; debido principalmente al deterioro de la situación financiera del sistema [1]. Así, la modernización y el mantenimiento adecuado de la infraestructura ferroviaria nacional, precipitó una mejora operativa que repercutió en la expansión del servicio ferroviario de carga transportada. Por ejemplo, entre 1995 y 2017 la participación del ferrocarril en el mercado de transporte terrestre casi se duplicó, pasando de 12% en 1995 a cercano al 25% en 2017, [2], [3].

Con el afán de seguir impulsando este crecimiento, un paso importante es reconocer las necesidades actuales y futuras del SFM (identificando obstáculos y áreas de oportunidad) y planear con antelación las medidas que deban llevarse a cabo que permitan mejorar la eficiencia y rendimiento del sistema ferroviario nacional con un enfoque al desarrollo y al interés público. Por lo que, para llevar a cabo dichos esfuerzos, es necesario contar con mecanismos de análisis y evaluación de datos que estandaricen la captación de información en el sector, identifiquen las áreas de mayor oportunidad y establezcan factores capaces de medirse periódicamente para determinar las mejoras alcanzadas. En este sentido, el SNIF es la herramienta que condensa toda aquella información estadística del sector, representada mediante indicadores que al interpretarse permiten evaluar aspectos de carácter técnicos, económicos y de seguridad, salud y ambiente. La transformación de los datos suministrados en información útil, como se verá más adelante, permitirá a los tomadores de decisiones impulsar medidas que permitan mejorar la calidad y el rendimiento del sector, esto al analizar y evaluar situaciones de diversa índole que actualmente afectan su operatividad (p. ej. problemas de congestión en ubicaciones claves en la red ferroviaria debido a la presencia de cuellos de botella).

En este documento se presentan 35 Indicadores Ferroviarios que se componen de 20 indicadores de carácter técnico, 9 de índole económica y 6 relacionados como temas de salud, seguridad y ambiente. La información presentada evalúa el periodo 2018-2019 y compara el rendimiento entre el SFM y los Servicios Ferroviarios de Estados Unidos y Canadá, considerando la información disponible de los ferrocarriles Clase 1 de Norteamérica.

JUSTIFICACIÓN

Las prácticas modernas de gestión tienen como objetivo vincular la medición del desempeño con procesos de planificación estratégica, táctica y operativa [4]. En México, el uso eficiente de la infraestructura ferroviaria se ha catalogado como objetivo prioritario de la ARTF. El propósito de integrarlo como objetivo prioritario es el de proveer de un servicio de transporte de alta calidad tanto de mercancías como de pasajeros.

Es por ello que, dentro del contexto ferroviario, donde la planeación de nueva infraestructura o la mejora de la infraestructura existente es un proceso largo (p. ej. de 3-10 años), es necesario gestionar estrategias, que (tomadas en el tiempo presente) puedan ser sostenibles a futuro, es decir, que resuelvan problemáticas que ocurrirán a mediano y largo plazo (p. ej. cuellos de botella). Por ello, se necesitan evaluaciones técnicas y económicas continuas que permitan optimizar el uso de la infraestructura ferroviaria existente. Para gestionar los activos ferroviarios, se debe medir y supervisar, por ejemplo, los efectos de las actividades de mantenimiento o medir la capacidad existente de la infraestructura ferroviaria con el propósito de priorizar la planeación y construcción de nueva infraestructura (p. ej. nuevos ramales de servicio o centros logísticos de acopio de productos en apoyo a pequeños productores).

La medición implica la recopilación de datos, la cual debe mostrar de manera fidedigna el comportamiento del sistema y debe ser presentada con la desagregación necesaria para que, posteriormente, mediante su evaluación y análisis se transforme en información útil que permita la toma de decisiones adecuadas, de acuerdo con los diferentes objetivos planteados por parte de los distintos interesados del sector (p. ej. gobierno, concesionarios/asignatarios y usuarios). Esta ardua labor consume recursos, especialmente si se miden parámetros incorrectos.

En el SFM, los indicadores ferroviarios son el instrumento utilizado para medir el rendimiento y eficiencia de la red o de una determinada vía. Estos permiten identificar aquellos factores que influyan en el desempeño del SFM. La generación y propuesta de nuevos indicadores ferroviarios se basó en la revisión de los indicadores señalados en los títulos de concesión y asignación, en la revisión exhaustiva de indicadores ferroviarios utilizados internacionalmente y de literatura técnica especializada y científica.

OBJETIVOS

Una de las metas principales planteadas durante la planeación y estructuración del SNIF 2020 fue vincular la adopción de cada indicador ferroviario con un objetivo específico y en concordancia con las metas establecidas por la ARTF. Planteado dicho objetivo, surgieron dos interrogantes principales:

- **¿Qué estructuración conviene implementar en la nueva revisión del SNIF 2020 considerando los objetivos marcados por parte de la ARTF hacia el sector ferroviario en beneficio de los actores clave en particular y la nación en general?**
- **¿Cómo justificar la introducción de cada indicador ferroviario propuesto en este documento?**

Para responder estas interrogantes se debe considerar, además, que en las sucesivas ediciones del SNIF se integrarán nuevos indicadores ferroviarios. Dicho cambio obedecerá siempre a la necesidad y el cambio constante del sector (p. ej. beneficios o afectaciones a nivel local, regional o nacional), así como afectaciones externas al sistema que pongan en riesgo la resiliencia del SFM. Ejemplos de esto son: la reintroducción en la red ferroviaria nacional de un sistema de transporte ferroviario de pasajeros o afectaciones que podría provocar la pandemia de COVID-19 afectando los mercados, la cual nos obliga a repensar la importancia que, como sector, tiene el ferrocarril en México. Esto significa repensar constantemente la información que se presente al lector, la cual deberá estar en concordancia con los objetivos planteados por la ARTF a corto, mediano y largo plazo.

Considerando que, a corto plazo, lo más importante es establecer la filosofía organizacional del SNIF la cual, además, deberá ser capaz de adaptarse a futuras extensiones y adición de nuevos indicadores, es por lo que se propone un organigrama que brinde la **flexibilidad** suficiente basada en módulos de información o subgrupos de indicadores ferroviarios.

Esta estructura a su vez permite responder la segunda interrogante. La agrupación de subgrupos de indicadores ferroviarios (ver Figura 6), posibilita establecer bases de datos de mayor extensión cuyo objetivo principal sea servir como fuente de información primaria para la ejecución de **estudios y proyectos** considerados como prioritarios por parte del gobierno federal (p. ej. SCT, Secretaría de Economía, SEMARNAT, SEGOB, etc.). El SNIF 2020 es un ejemplo de la nueva filosofía y política establecida por la ARTF al vincular, coordinar y estructurar de una manera objetiva, los datos, la información y los estudios referentes al sector ferroviario con el propósito de impulsar la mejora gradual de la calidad y el rendimiento de los servicios prestados en el SFM. En el siguiente apartado, se presenta la estructura propuesta y la justificación de cada subgrupo de indicador ferroviario.

PROCESO DE GENERACIÓN DEL SNIF 2020

Una vez planteados los objetivos y la estructura del SNIF 2020, el siguiente paso es plantear el proceso de trabajo entre la ARTF y los distintos concesionarios/asignatarios con el propósito de establecer el grupo de Indicadores Ferroviarios (IF) que compondrán el SNIF 2020. Este proceso se detalla a continuación:

1. Como se mencionó previamente, se realizó una extensa revisión bibliográfica de literatura técnica especializada y científica con el propósito de integrar aquellos indicadores que, considerando las particularidades del SFM, permitieran analizar y evaluar su rendimiento. Para la selección de los distintos indicadores ferroviarios se utilizaron fuentes norteamericanas y europeas, el motivo de elegir ambas fuentes de información es debido a que se asume al SFM como un sistema híbrido ferroviario:
 - En primer lugar, a causa de la interrelación operativa del SFM con los sistemas ferroviarios de América del Norte.
 - A la analogía en la interoperabilidad que existe entre las distintas concesiones del SFM (las cuales trabajan de manera semi-independiente) y entre los distintos sistemas que componen la red ferroviaria de la Unión Europea.
2. Una vez seleccionada la lista de IFs clave, fue importante asegurar que, al informar sobre el desempeño del sector ferroviario, estos cumplieran de forma general con las expectativas de los distintos grupos interesados, p. ej., los concesionarios/asignatarios, académicos/consultores, la comunidad local, usuarios, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y el gobierno federal.
 - En concordancia con lo anterior, se integraron, además, aquellos IFs clave que, aunque no siendo identificados como prioritarios por parte de los distintos interesados del sector, estos cumplieran un rol prioritario en alguno de los estudios y proyectos planteados por la ARTF para coadyuvar el crecimiento y mejora del sector por medio de su promoción y optimización (ver Figura 6).
3. Una vez planteado el universo de datos e información requerido para la generación de los distintos IFs, el siguiente paso fue la recopilación de los datos por parte de la ARTF de los distintos concesionarios/asignatarios. Esto conllevó un ejercicio de análisis y evaluación de los datos entregados, así como de la forma en que la información fue recopilada y entregada por parte de cada concesionario/asignatario.
 - El proceso de análisis y evaluación de los datos se realizó de manera coordinada con los distintos concesionarios, haciendo hincapié en la forma más apropiada de reunir y reportar la información solicitada. Por ejemplo. Los reportes de información hechos en papel no fueron aceptados ya que no cumplían con el objetivo de permitir un

tratamiento rápido de los datos y, por consiguiente, con su análisis y evaluación.

- De la misma forma, se exhortó a los distintos concesionarios/asignatarios a implementar sistemas que permitan el manejo robusto y efectivo durante la recopilación de la información de los distintos sistemas que componen su base de datos, alcanzando así un estándar en el manejo de los datos suministrados a la ARTF que permita, por ejemplo, la reducción de la frecuencia en la entrega de los datos, así como su plazo de análisis.
4. Una vez que los datos solicitados fueron validados, se acordó con los concesionarios/asignatarios la generación de información y datos adicionales que permitan la generación de futuros indicadores. Ello puede entrañar la implementación de nuevos sistemas de recolección de datos o la ampliación de los sistemas actualmente en uso.
 5. Finalmente, una vez revisada y validada la información entregada, se generó el documento que engloba los distintos IFs. Este proceso deberá repetirse de acuerdo con la periodicidad sugerida por parte de la ARTF buscando acortar, en la medida de lo posible, los tiempos entre cada reporte de información.

La Figura 3 muestra la metodología de determinación, especificación, análisis/evaluación, así como su validación y publicación del SNIF; para posteriormente a través de revisiones periódicas a manera de retroalimentación se identifiquen nuevos indicadores.

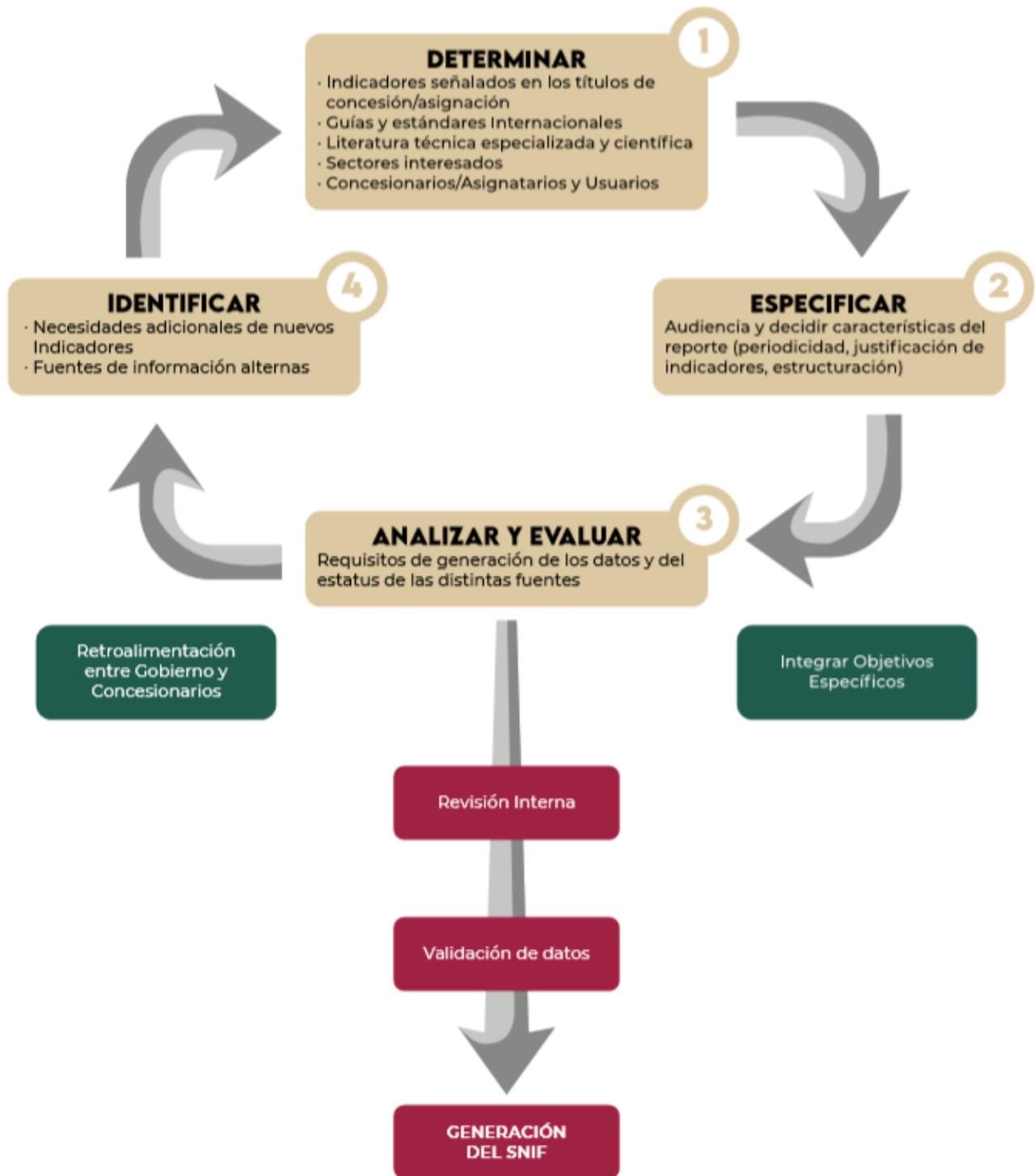


Figura 3. Proceso de generación del SNIF 2020.



ESTRUCTURA

ESTRUCTURA GENERAL

El nuevo diseño del Sistema Nacional de Indicadores Ferroviarios se encuentra organizado en el marco de un enfoque que permite evaluar aspectos no solamente de carácter operativo, sino también de aquellos que en su conjunto permitan brindar una perspectiva general acerca del rendimiento y eficiencia (en diferentes rubros) actual del SFM.

El SNIF 2020 se compone de tres grupos principales de indicadores ferroviarios: técnicos, económicos y de salud, seguridad y ambiente (SSA) (ver Figura 4). Si se compara la estructura utilizada en este reporte con la del documento emitido en 2018, se observa una composición similar, donde existen tres grupos principales que agrupan los distintos Indicadores Ferroviarios, está similitud en el contenido, mas no en el nombre, se expresa a través del código de colores utilizado en la Figura 4.

Es necesario mencionar que existe una mayor participación de indicadores técnicos en la composición del SNIF 2020. Esto básicamente, debido a que la mayoría de los indicadores propuestos de tipo económico y de SSA para este reporte requieren de información que actualmente no es generada por los concesionarios y/o asignatarios. Caso contrario, la mayor parte de la información que se requirió para la generación de los indicadores técnicos, es información que se reporta periódicamente en las distintas publicaciones emitidas por la ARTF (p. ej. PULSO mensual del Sector Ferroviario Mexicano y Anuario Estadístico Ferroviario). Por otra parte, aquellos IFs que no fueron integrados en esta publicación se añadirán en ediciones futuras del SNIF.

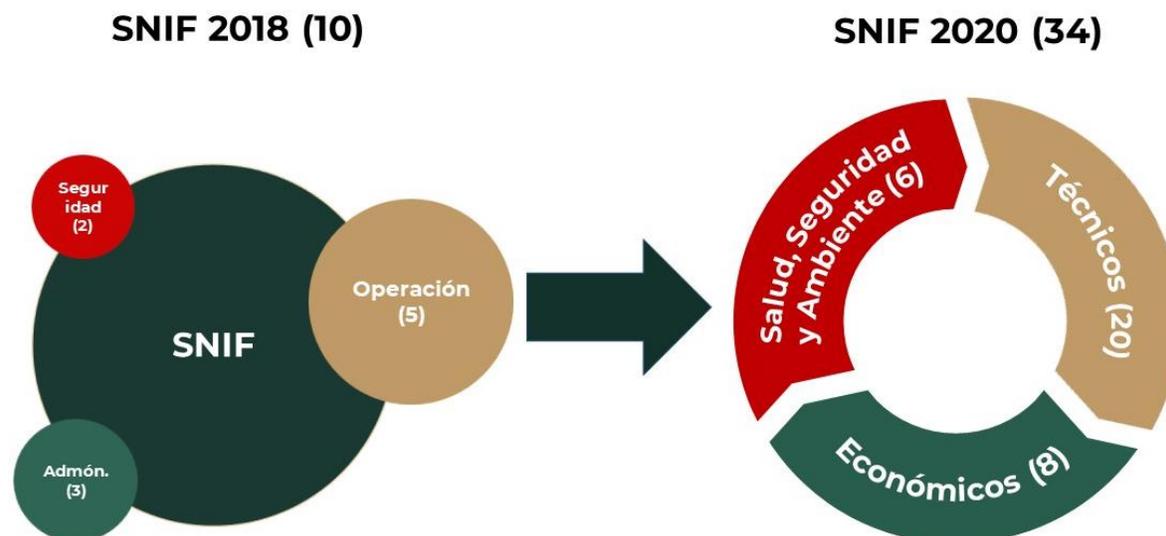


Fig. 4 Comparativa del SNIF 2020 respecto a la versión de 2018. En rojo se muestra el Grupo que analiza aspectos de salud, seguridad y ambiente. En Dorado se resalta el Grupo que analiza aspectos de carácter técnico y en verde se muestra el Grupo que analizan aspectos económicos.

Como se menciona previamente, en esta nueva propuesta del SNIF se incluye un subnivel adicional de agrupación a través del establecimiento de subgrupos de IFs, para cada uno de los tres grupos principales (Ver Figura 5). El objetivo de esta reestructuración es mantener un esquema general que sea lo suficientemente flexible que permita la integración de nuevos indicadores a corto, mediano y largo plazo, esto de acuerdo con los objetivos y estudios que se planteen por parte de la ARTF.

Si se compara la estructura anterior con la propuesta, se observa que aquellos IFs de carácter técnico, ahora se agrupan dentro del grupo principal de nombre análogo, pasando aquellos indicadores denominados de operación ahora a ser parte del subgrupo de capacidad. Como se muestra en la Figura 5, las tres categorías que integran el tipo de **indicadores técnicos** son: aquellos que evalúen la **Fiabilidad, Mantenibilidad y Capacidad** en el SFM. Por otra parte, el grupo de **indicadores económicos** se subdivide en aquellos que miden la eficiencia y productividad del sistema, siempre desde un punto de vista económico, agrupados dentro del subgrupo **Eficiencia y Productividad** y aquellos que analizan la **Asignación del Costo** durante las actividades de mantenimiento. Finalmente, Indicadores que evalúan aspectos de **Seguridad, Salud y Ambiente** se compone por: **Seguridad Ferroviaria, Salud Ferroviaria y Ambiental**.



Fig. 5 Subgrupos que componen cada uno de los tres grupos principales de indicadores que componen el SNIF 2020.

INDICADORES TÉCNICOS

El grupo de indicadores técnicos ferroviarios tienen el objetivo de proveer toda aquella información necesaria que permita analizar y evaluar tanto la calidad del servicio prestado como el rendimiento actual que presenta el SFM con el propósito de plantear y generar estrategias que permitan desarrollar lineamientos para la mejora continua del sector.

Para evaluar la calidad en el SFM, el SNIF 2020 presenta dos subgrupos de indicadores técnicos: fiabilidad y mantenibilidad. Ambos forman parte de la llamada metodología RAM (por sus siglas en inglés: *reliability, availability, maintainability*, respectivamente), la cual se utiliza como herramienta de análisis para medir la calidad de un sistema. En el contexto ferroviario, la RAM ejerce una influencia clara sobre la calidad con la que se presta el servicio al cliente y la cual se ve influenciada, por ejemplo, por la frecuencia y regularidad del servicio [5]. En esta edición del SNIF se omitió la incorporación del tercer grupo, disponibilidad por falta de datos que permitiesen generar los indicadores correspondientes (aunque su integración se tiene contemplada en futuras ediciones de este documento). Mediante el uso de RAM se puede describir de forma cuantitativa y cualitativa hasta qué punto es fiable el sistema bajo análisis, esto es, que funcione de la forma planteada, y, además, que sus sistemas, subsistemas y elementos, estén disponibles (disponibilidad¹) y sean seguros (seguridad).

Por otra parte, el subgrupo de indicadores ferroviarios de capacidad tiene la tarea principal de evaluar el nivel actual de utilización de la red ferroviaria nacional con el propósito principal de detectar deficiencias y oportunidades de optimización o expansión de la infraestructura ayudando así a la promoción del crecimiento del SFM. Esta tarea se logra mediante el análisis y evaluación de información que ilustre la operatividad actual del SFM.

La interrelación entre la calidad y el rendimiento es obvia. La calidad del servicio depende del rendimiento que presente el sistema. Dicho rendimiento se incrementa al optimizar el uso de la capacidad instalada, minimizar demoras causadas por cuellos de botellas, así como de expandir la red ferroviaria para carga y pasajeros [5] y [6]. La vinculación de ambas fuentes de información es un ejemplo de la estrategia seguida en este reporte donde la flexibilidad y la agregación de información de distintas fuentes permitirá el desarrollo de nuevos indicadores. Más adelante en este documento, se explicará la interrelación existente entre los distintos subgrupos que integran el SNIF 2020 así como los estudios planteados la ARTF con el objetivo de incrementar la calidad del servicio prestado en el SFM. A continuación, se da una explicación breve de cada subgrupo que integra el grupo de indicadores técnicos. Para la descripción de cada subgrupo se utilizaron las Normas Técnicas UNE-EN-50126:2005 (Fiabilidad y Mantenibilidad) y UIC 406 (Capacidad) y en lo descrito en la norma europea UNE-EN 50126 [7].

¹ La capacidad que tiene un elemento de hallarse en una situación de realizar una función requerida en condiciones determinadas en un momento dado o durante un intervalo de tiempo señalado.

Fiabilidad

La mejora en la fiabilidad² en un sistema como lo es el ferroviario, sólo es posible si se toman las medidas necesarias para detectar cualquier falla que ocurra dentro del sistema. Esto significa que las fallas deben ser detectadas y reportadas al ente regulador una vez que estas ocurran; así como también se deben analizar las causas de ocurrencia; y finalmente deben determinarse las medidas a ser implementadas. Esto con el objetivo de reducir su aparición y prevenir las fallas³ que no hayan sido contempladas previamente [4]. Concretamente, la fiabilidad es referente a:

- Todos los posibles modos de fallo del sistema en la aplicación específica y su entorno.
- La probabilidad o tasa de ocurrencia de cada fallo.
- El impacto del fallo sobre la funcionalidad del sistema.

Para lograr una mejora general en la fiabilidad del SFM y cumplir con los puntos previamente marcados, se debe asegurar el registro y detección de todas aquellas fallas que afecten al funcionamiento del sistema, esto es, aquellas que interrumpan el uso de la capacidad de la infraestructura ferroviaria. Indicadores ferroviarios asociados a esta tarea son, por ejemplo, aquellos que evalúen la ocurrencia y causa de fallas y averías y su consecuencia e impacto sobre aspectos de operación y seguridad en el tráfico ferroviario. La Figura 6 muestra la relación que existe entre la fiabilidad y la disponibilidad. La Tabla 1 resume, para cada indicador de este subgrupo, la fuente consultada, ejemplos de lugares donde se aplican dichos indicadores, así como el objetivo propuesto de manera individual.

² Capacidad para funcionar de la forma prevista, sin fallos, durante un intervalo de tiempo determinado (días calendario, ciclo de trabajo o distancia recorrida) y en condiciones determinadas.

³ Para una descripción del concepto de falla se invita al lector a consultar el glosario incluido en este documento.

Tabla 1. RESUMEN DE INDICADORES DE FIABILIDAD			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Índice de averías totales	INNTRACK (Innovative Track Systems), Transport Research and Innovation Monitoring and Information System, Nyström and Kumar, 2003, Granström and Söderholm, 2005, Granström, 2008	Unión Europea, ejemplo: Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket), VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)	Un menor número de averías totales indica una mejor operación ferroviaria debido a que se presentan menos interrupciones en el servicio.
Tráfico interferido por averías	INNTRACK (Innovative Track Systems), Transport Research and Innovation Monitoring and Information System, Swedish National Audit Office (NAO)	Unión Europea, ejemplo: Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket)	Este indicador busca ofrecer información de cuantas de las averías de tren repercuten en el servicio.
Tiempo promedio de restauración	INNTRACK (Innovative Track Systems).	Unión Europea, ejemplo: Gran Bretaña, RSSB (The Rail Safety and Standards Board)	Mantener el flujo de tráfico ferroviario tanto como sea posible al conocer los tiempos promedio de restauración.
Velocidad media de recorrido	SNIF 2018	Internacional/General, Ejemplo: México SNIF 2018	Evaluar la mejora de rendimiento del SFM al evaluar el aumento de velocidad de forma interanual.
Carros cortados BO de un tren en camino	Usuarios	México	Valora el correcto trabajo de los inspectores de camino en función de la eficiencia de los trenes efectivos origen a destino.

Mantenibilidad

Además de los requisitos sobre fiabilidad, existen también requisitos relacionados con la mantenibilidad del sistema y sus componentes. Mantenibilidad se puede describir como la capacidad de implementar medidas de mantenimiento de forma oportuna y de fácil aplicación a los distintos subsistemas que componen el SFM, por ejemplo, al servicio de transporte ferroviario tanto de carga como de pasajeros, la inspección y la comprobación de los sistemas, la reparación y/o la modificación de los distintos activos para cumplir nuevos roles como puede ser la integración de trenes que presten servicios de pasajeros y que por lo tanto requieran incrementar la velocidad entre origen y destino. Entre los parámetros que engloban aspectos de Mantenibilidad, se pueden encontrar:

- Aquellos que midan la facilidad de llevar a cabo el mantenimiento de los aspectos del sistema que están asociados a un peligro o a un modo de fallo relacionado.
- El tiempo medio de restauración para tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, respectivamente.
- Aspectos de estado de los distintos activos del sistema, por ejemplo, la edad promedio de los distintos componentes que integran el SFM.

De los puntos previamente mencionados, obviamente se puede entender de manera implícita que debe existir una correlación entre la edad promedio de un determinado activo ferroviario, como lo son el equipo de arrastre y el equipo tractivo con la cantidad y frecuencia con que deben ser sometidos a tareas de mantenimiento preventivo. Sin embargo, se debe entender también que, dicha correlación se encuentra desfasada cuando se compara con las prácticas modernas de análisis [4], [9]. Es por ello por lo que, la información entregada servirá principalmente como punto de salida para posteriormente implementar metodologías que permitan mejorar la mantenibilidad de la infraestructura ferroviaria mexicana. La Tabla 2 resume, para cada indicador de mantenibilidad, la fuente consultada, ejemplos de lugares donde se aplican dichos indicadores, así como el objetivo propuesto de manera individual.

Tabla 2. RESUMEN DE INDICADORES DE MANTENIBILIDAD			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Mantenimiento preventivo y/o correctivo	The European Standard EN 15341	Unión Europea, Ejemplo: Estandar británico "Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators"	Analizar el costo de mantenimiento realizado en intervalos predeterminados o de acuerdo con los criterios prescritos por normatividad con el objetivo de reducir la probabilidad de falla o degradación del funcionamiento de un elemento.
Edad promedio del equipo tractivo	Office of Rail and Road, Reino Unido	Ejemplos, Gran Bretaña, Office of Rail and Road, Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket)	La antigüedad media de los activos cambia con el tiempo en función de los programas de operación y mantenimiento y, por lo tanto, puede utilizarse como un indicador de retraso si se actualiza de forma regular o de forma continua.
Edad promedio del equipo de arrastre	Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket)	Ejemplos, Gran Bretaña, Office of Rail and Road, Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket)	La antigüedad media de los activos cambia con el tiempo en función de los programas de operación y mantenimiento y, por lo tanto, puede utilizarse como un indicador de retraso si se actualiza de forma regular o de forma continua.

Capacidad

De acuerdo con la International Union of Railways (UIC) [5] y [6] el objetivo de calcular la capacidad ferroviaria es establecer la cantidad máxima de trenes que podrían operar en una determinada línea o infraestructura ferroviaria, durante un intervalo de tiempo específico (p. e. un día, un mes o un año), dadas las condiciones operativas y de infraestructura existentes. En la ARTF, en concreto, se busca abordar la problemática de la congestión ferroviaria actual (y prevista a futuro) como una cuestión de política pública macroeconómica que manejada de forma eficiente permita generar un beneficio sostenido para la nación [10], esto se logra respondiendo, por ejemplo:

1. ¿Es la infraestructura ferroviaria actual realmente capaz de absorber el tráfico previsto sin repercusiones significativas en la calidad del sistema?

2. ¿Garantizarían las intervenciones ya previstas en la infraestructura ferroviaria una capacidad disponible adecuada y, por consiguiente, una fiabilidad y un nivel de servicio adecuados?
3. ¿En qué medida la participación del sector ferroviario en el transporte de carga se incrementaría si, durante las horas pico y en corredores de mayor rentabilidad la calidad del servicio mejora?

Una estimación precisa de la capacidad de la red ferroviaria puede ayudar a responder a estas preguntas, llevando a los encargados de la formulación de políticas a tomar mejores decisiones y ayudando a reducir al mínimo los costos para los usuarios [5]. El consumo de capacidad se relaciona con indicadores y parámetros ferroviarios que permitan retratar, con un nivel razonable de confiabilidad, el volumen de tráfico que se mueve sobre una línea o en una red ferroviaria. En concreto, un análisis de capacidad permite:

- El dimensionamiento de nuevas líneas y estaciones, así como la mejora de infraestructura existente.
- Optimización del tráfico ferroviario a través del estudio de diferentes alternativas de horarios, conceptos operativos y filosofías de utilización de la red ferroviaria.
- Análisis de cuellos de botella.

La generación de indicadores ferroviarios de capacidad va de la mano con los objetivos que actualmente tiene la ARTF respecto a la implementación de estrategias que permitan la mejora continua en el rendimiento y calidad del servicio prestado en el SFM.

Ejemplos de esto son, por una parte, la constitución de un proyecto integral de desarrollo urbano a través de la reorganización del corredor ferroviario existente en el Área Metropolitana de Monterrey [11]. Dicho proyecto incluye la implementación de un sistema de transporte ferroviario de pasajeros que utilice las vías existentes mediante la integración de flujo ferroviario mixto.

Por otra parte, en la ciudad de Xalapa, Veracruz, se viene gestando la integración de un proyecto de movilidad integral que plantea la introducción de un tren ligero metropolitano que conecte la capital del estado con tres municipios aledaños: Banderilla, Xalapa y Emiliano Zapata). Este proyecto propone además la integración de un corredor de movilidad sustentable a lo largo de las vías del tren [12].

Como parte de la información necesaria que se requiere para la generación de estos estudios (p. ej. modelar el tránsito ferroviario y calcular la capacidad ferroviaria) se encuentra aquella que permita retratar el comportamiento del tráfico ferroviario, en determinadas líneas o incluso de toda la red ferroviaria nacional. Es por eso por lo que el objetivo de este subgrupo de indicadores es recopilar toda la información que facilite analizar y evaluar el rendimiento operativo del SFM, ilustrado, por ejemplo, a través del flujo de tránsito ferroviario en circulación. La Tabla 3 resume, para cada indicador de capacidad, la fuente

consultada, ejemplos de lugares donde se aplican dichos indicadores, así como el objetivo global del grupo de indicadores.

Tabla 3. RESUMEN DE INDICADORES DE CAPACIDAD			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Ingreso por tonelada kilómetro	SNIF 2018	General, Ejemplo: México SNIF 2018	Proveer de la información (mediante indicadores o base de datos) que permita estructurar, simular y modelar la utilización eficiente de la infraestructura ferroviaria existente en el SFM, así como planificar la construcción de nueva infraestructura ferroviaria en función de las necesidades planteadas a corto, mediano y largo plazo.
Tonelaje promedio por carro cargado			
Densidad de tráfico ferroviario			
Rendimiento de combustible			
Densidad de tráfico de vehículos	International Union of Railways UIC Code 406: Capacidad, Åhrén and Kumar (2004), An assessment of railway capacity (2007), M. Abril et al.	Internacional/General. Ejemplo: Estados Unidos de América, Freight Management and Operations. Unión Europea "Report from the comission to the European Parlament and the council, Sixth report on monitoring development of the rail market" (2019)	
Toneladas-kilómetro por tren-hora			
Carga por tren			
Razón carros-trenes			
Promedio de carros por locomotora			
Promedio de longitud de arrastre por tren			
Pasajeros por carro			
Ingreso por pasajeros			

INDICADORES ECONÓMICOS

El grupo de indicadores económicos ferroviarios tiene el propósito de recopilar toda aquella información que permita medir la eficiencia del SFM mediante dos subgrupos diferenciados: la asignación de costos en medidas de mantenimiento y la eficiencia que presenta cada concesionario respecto a la producción de un insumo (p. ej. trenes-kilómetro) por unidad de insumo utilizada (p. ej. número de empleados).

En el SNIF 2020, la evaluación de los aspectos económicos del sector ferroviario se basa en dos subgrupos de indicadores. Por un lado, se establece un subgrupo que recopila información que permita evaluar aspectos de eficiencia y productividad en el SFM. Por el otro lado, el subgrupo de asignación de costos reúne información relacionada con tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Asignación de Costos

Los activos de industrias como la ferroviaria requieren de estrategias de mantenimiento sostenibles a largo plazo para seguir siendo competitivas. La planificación estratégica implica la recopilación de información, el establecimiento de metas, la traducción de las metas en objetivos específicos y el establecimiento de actividades que permitan alcanzar los objetivos planteados.

En el sector ferroviario el costo de mantenimiento puede representar un porcentaje importante en el costo total de operaciones y tiene un impacto importante en el costo del ciclo de vida de un proyecto ferroviario⁴, la capacidad y calidad que presenta el sistema. Sin embargo, la formulación de una estrategia de mantenimiento depende de una serie de factores, entre ellos el costo del tiempo de inactividad, la reducción de capacidad de la infraestructura, la pérdida de imagen de la compañía, las características de fiabilidad y la redundancia de los activos.

El mantenimiento puede dividirse en mantenimiento correctivo y preventivo. El mantenimiento correctivo (MC) se lleva a cabo después de que se haya reconocido un fallo; tiene por objeto devolver el elemento que ha fallado a un estado en el que pueda realizar su función requerida. Por otra parte, el mantenimiento preventivo (MP) se lleva a cabo a intervalos predeterminados o según criterios prescritos para reducir la probabilidad de fallo o la degradación de los elementos [13] y [14], teniendo como objetivo proporcionar la máxima fiabilidad y seguridad del sistema utilizando el mínimo de recursos de mantenimiento.

El subgrupo de indicadores económicos de asignación de costos tiene el objetivo de recopilar aquellos datos que permitan discernir estrategias costo-beneficio efectivas para reducir los altos costos derivados del mantenimiento correctivo, al

⁴ Hasta un 65% del costo de ciclo de vida de un sistema ferroviario según la Asociación de empresas de transporte alemanas

asignar medidas de mantenimiento preventivo en aquella infraestructura ferroviaria con alta probabilidad de falla con miras en un futuro implementar mantenimientos basado en condiciones de la vía que permitan implementar programas de mantenimiento que reduzcan el costo del ciclo de vida de los activos ferroviarios así como den la posibilidad de generar, a base de datos e información, programas de mantenimiento de manera predictiva [9]. En otras palabras, se busca la optimización del gasto de mantenimiento al redirigir los esfuerzos de mantenimiento preventivo hacia aquella infraestructura que por uso y características particulares (p. ej. condiciones climatológicas) pueden presentar mayor probabilidad de falla. La Tabla 4 resume la fuente consultada, ejemplos de lugares donde se aplica el indicador propuesto, así como su objetivo particular.

Tabla 4. RESUMEN DEL INDICADOR DE ASIGNACIÓN DE COSTOS			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Costo de mantenimiento a vía por tren-km	Nissen (2009), Stenström, C. et al. (2016)	Unión Europea, ejemplo: Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket), VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)	Mediante la información recopilada redirigir esfuerzos hacia un esquema de mantenimiento preventivo, disminuyendo los costos totales de mantenimiento totales al disminuir la participación del mantenimiento correctivo

Eficiencia y Productividad

Después de la segmentación de Ferrocarriles Nacionales de México mediante la implementación del modelo de concesiones, cada empresa concesionaria trajo cambios sustanciales en la asignación de recursos y distribución de los costos [1]. Esta diversidad en la reasignación de recursos se encuentra fundamentada por las características propias de cada empresa, los distintos requisitos del mercado atendido y los cambios tecnológicos, entre otros.

De acuerdo con G. De Rus et al. (2003) [15] “una empresa se considera eficiente cuando lleva a cabo una producción determinada con la mínima cantidad de recursos que sea factible”. Basado en esta terminología se puede entender como eficiencia productiva a la cantidad de factores utilizados para producir un insumo, demostrando mayor eficiencia aquellas empresas que minimicen la cantidad de factores utilizados.

Esto concuerda con lo descrito por V. Islas et al (2000) [16] donde reconoce como productividad aquella “cantidad de producto real producido por unidad de

insumo”. Dentro del contexto ferroviario, indicadores de productividad financieros se refieren a aquellos que relacionen la cantidad de personal ocupado con información relativa a la productividad ferroviaria en el transporte de carga y pasajeros. Por ejemplo, la relación entre la cantidad de personal activo dentro de cada empresa respecto al movimiento de carga transportada expresado en toneladas-kilómetro.

Una mayor eficiencia y productividad del ferrocarril conlleva a la recuperación de mercado en el transporte terrestre de mercancías por el ferrocarril respecto al autotransporte. Especialmente en aquellos escenarios donde el transporte ferroviario para mercancías sea idóneo. La ARTF se ha propuesto analizar el reparto modal existente entre el autotransporte y el ferrocarril con el objetivo de incentivar un mayor uso de este último. Para esto, se debe evaluar desde un punto de vista no solo operativo sino también económico el reparto modal óptimo y robusto del transporte terrestre de carga [17], [18], [19] y [20]. Lo cual significa, por ejemplo, la reducción de costos (incremento de eficiencia) entre pares Origen-Destino.

Es por ello por lo que, el objetivo del subgrupo de indicadores económicos de Eficiencia y Productividad del sector tiene la tarea de recopilar información que permita retratar el rendimiento actual en términos económicos del SFM. Específicamente, en el SNIF 2020 se evalúan indicadores que relacionan el volumen de carga transportada por empleado como medida de eficiencia. La Tabla 5 resume, para cada indicador de eficiencia y productividad, la fuente consultada, ejemplos de lugares donde se aplican dichos indicadores, así como su objetivo global.

Tabla 5. RESUMEN DE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Carga total por empleado	SNIF 2018	México SNIF 2018	Mantener el análisis y evaluación del rendimiento actual en términos económicos del SFM.
Relación entre costos de operación e ingresos totales			
Mantenimiento de vía			
Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete			
Tiempo de espera en terminales	Precision Scheduled Railroading (PSR), Hunter Harrison	Estados Unidos y Canadá, "Precisión Railroading"	Evaluar la mejora en la reducción de los tiempos para optimizar
Longitud promedio de trenes			Incrementar la capacidad a través de trenes más largo
Kilómetro por carro por día			Evaluar el incremento en capacidad del concesionario

INDICADORES DE SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE

Los sistemas de transporte existen para proporcionar conexiones sociales y económicas que a la par brindan beneficios tanto al individuo como a la sociedad. Sin embargo, la movilidad y el transporte tienen una variedad de repercusiones que pueden afectar aspectos relacionados con la seguridad, la salud y el medio ambiente.

El principal objetivo de este grupo de indicadores es presentar información que permita prevenir y controlar los riesgos asociados con la seguridad operativa del sistema ferroviario nacional, cuidar de la salud de los trabajadores al evaluar el número de accidentes relacionados con la actividad laboral y evaluar el impacto ambiental que se asocia con la industria ferroviaria (p. ej. el derrame de contaminantes tras un descarrilamiento que, posteriormente se pudiesen infiltrar a los mantos acuíferos, reduciendo así la capacidad hídrica del país, y debiendo tomar medidas de altísimo costo para su protección y remediación [21]). Cada uno de estos tres apartados: seguridad, salud y ambiente constituyen subgrupos definidos que a continuación se describen de manera resumida.

Ambiental

En los últimos años, la conciencia ambiental ha aumentado: el gobierno, el público y la industria se están sensibilizando respecto a cuestiones ambientales, los ferrocarriles no son una excepción [23]. Por un lado, las expectativas y el comportamiento de la sociedad crecen respecto al buen desempeño ambiental

y de sostenibilidad de las empresas ferroviarias. Por otra parte, el mercado, los responsables de la toma de decisiones y los consumidores exigen productos y servicios más sostenibles, así como la documentación adecuada para el desempeño y la mejora continua.

Es este último punto que nos incumbe y que condiciona la generación de un subgrupo específico de indicadores dedicado a medir el impacto ambiental (positivo o negativo, principalmente en comparación con modos de transporte en competencia con el ferrocarril) ocasionado por la actividad de la industria ferroviaria en México. Es importante mencionar que, analizar el impacto ambiental de cualquier industria en México, y en específico de la ferroviaria, es una tarea compleja. Esto se debe principalmente a que, en México, no existe actualmente regulación o norma técnica ferroviaria que plantee la metodología de medición de los aspectos de índole ambiental de forma homogénea, consistente y regular. Por ejemplo, la medición y registro de datos que permitan cuantificar las emisiones de gases contaminantes de efecto invernadero que perjudiquen la salud de las personas y el medio ambiente o aquellos accidentes ferroviarios que tengan consecuencias de carácter ambiental. Sin embargo, en la actualidad, el cómo se maneja este tipo de impactos tiene una repercusión e influencia clara en como la sociedad acepta o rechaza un determinado servicio. Un buen manejo de este tipo de impactos conllevará a la promoción positiva del sector ferroviario, por encima de otros modos de transporte terrestre, mediante el etiquetado de ser el sistema de transporte terrestre con las menores externalidades [24] y [25]. Es por ello de suma importancia, por el bien del sector *“medir lo que se pueda medir, y hagamos medible aquello que no se puede medir”*.

Tabla 6. RESUMEN DEL INDICADOR AMBIENTAL			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Accidentes con impacto ambiental	Indicators of the Environmental Impacts of Transportation. The European Standard EN 15341 Indicators to assess sustainability of Transport Activities	Estados Unidos, EPA (Environmental Protection Agency). Unión Europea, Comisión Europea.	Monitorear la ubicación de accidentes con impacto ambiental

Es a través de la generación de este subgrupo de indicadores ambientales que se plantea formular un primer esquema de entrega de información (de medición) que permitirá monitorear, analizar y evaluar la información relativa al desempeño ambiental de los distintos concesionarios y que posteriormente permita la generación de la normativa respectiva. Es por este objetivo que se considera importante remarcar la creación de este subgrupo dentro de la estructura presentada en este reporte, para mostrar al lector, y a los usuarios y proveedores del servicio de transporte ferroviario la importancia de este apartado. La Tabla 6 resume para el indicador que evalúa accidentes con

impacto ambiental, la fuente consultada, ejemplos de lugares donde se aplica el indicador propuesto, así como su objetivo particular.

Seguridad Ferroviaria

Es un hecho innegable que, entre los medios de transporte terrestre, el ferrocarril se constituye como el más seguro [24]. Esto se debe a las características inherentes del sistema que funcionan como ventajas indiscutibles cuando se comparan con otros medios. Por ejemplo, las vías que confinan el tráfico ferroviario permiten combinar mayores velocidades con un mayor nivel de seguridad en el transporte de mercancías y pasajeros ya que permiten la adopción de sistemas de señalización y control automáticos y la implementación de normativas y regulaciones que reduzcan la influencia de accidentes arbitrarios y fallas humanas.

Es este mayor nivel de seguridad el que permite mantener una ventaja competitiva frente a otros medios de transporte, lo cual se ve reflejado, en comparación con el autotransporte, en costos externos menores y, por consiguiente, de un mayor valor relativo que el ferrocarril provee a la economía del país. Por lo tanto, una de las responsabilidades clave de toda empresa ferroviaria y gobierno es mantener y seguir mejorando esta ventaja competitiva frente a otros medios de transporte. Para lograr dicho objetivo, es necesario, por ejemplo, mantener una notificación coherente de:

- Siniestros ferroviarios que tengan repercusión en la operación.
- El tratamiento y análisis de la información entregada sobre los siniestros ferroviarios ocurridos.
- El análisis de la información estadística y la aplicación de las recomendaciones de seguridad.

La recopilación de información relativa con temas de seguridad, por una parte, constituye un factor clave para la empresa ferroviaria ya que permite la mejora constante de los sistemas de gestión adoptados y aplicados (control de la eficacia de los sistemas y aplicación de soluciones que minimicen el riesgo de accidentes o fallas). Por otra parte, para las entidades del gobierno encargadas del sector ferroviario, dicha información contribuye a desarrollar políticas de verificación y supervisión que ayude a evaluar la infraestructura de forma continua, minimizando riesgos.

Por ejemplo, de acuerdo con los reportes de seguridad en el SFM emitidos por la ARTF, los accidentes de descarrilamiento son el tipo de siniestro ferroviario operativo de mayor ocurrencia en cada trimestre desde que se lleva registro. Dicho tipo de accidentes pueden ocurrir, por ejemplo, debido a acciones de mantenimiento que se realicen de forma descuidada, inadecuada o a destiempo. Por lo que, información que facilite la localización y particularidades de cada siniestro, facilitan los esfuerzos realizados por parte del gobierno hacia la planificación de los programas de supervisión y verificación. Es por ello por lo que este subgrupo de indicadores tiene la tarea de recopilar toda información que permita evaluar aspectos de seguridad operativa en el SFM. La Tabla 7 resume

para los indicadores que evalúan aspectos de seguridad ferroviaria, las fuentes consultadas, ejemplos de lugares donde se aplican los indicadores propuestos, así como su objetivo general.

Tabla 7. RESUMEN DE INDICADORES DE SEGURIDAD FERROVIARIA			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Muertes y lesiones	BSL, 2009, Trafikverket, 2011, Holmgren, 2005, México, SCT.	Reporte de Seguridad en el Sistema Ferroviario Mexicano. Unión Europea, Agency for Railways "Safety Overview 2019", Federal Railroad Administration.	Dar a conocer la incidencia de eventualidades relacionadas con la seguridad tanto operativa (siniestros), como pública (robo y vandalismo). Servir como complemento a las actividades realizadas para la prevención del robo en el SFM, como resultado de la cooperación intersecretarial que vienen realizando durante el último año la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (SSPC) y la ARTF.
Arrollamiento de vehículos en cruces a nivel (CAN)			
Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril			
Seguridad operativa en carga transportada			

Salud en el Ferrocarril

El mantenimiento adecuado de la infraestructura y equipo ferroviario en el lugar de trabajo es esencial para el funcionamiento eficiente de cualquier industria, como por ejemplo la ferroviaria. Dicha preservación conlleva para los trabajadores encargados del mantenimiento una variedad de riesgos relacionados con dichas actividades y de riesgos relacionados al entorno laboral dado que las tareas y el entorno de trabajo varían en cuanto al tipo de mantenimiento realizado.

Las empresas necesitan sistemas de gestión de salud y seguridad en el trabajo para poder prevenir y mitigar los accidentes que pudiesen llegar a ocurrir [4]. Esto se logra mediante la identificación y la priorización de los riesgos más esenciales, gestionándolos y adoptando medidas preventivas. Así pues, es evidente la necesidad de que las empresas hagan hincapié en el establecimiento de métodos de evaluación de los riesgos que estén claramente vinculados a la aplicación de medidas prácticas para reducirlos.

La evaluación de riesgos constituye la base de una gestión satisfactoria de la salud y la seguridad, siendo fundamental para reducir los accidentes de trabajo

y las enfermedades profesionales, lo que a su vez contribuye a mejorar la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, así como el rendimiento empresarial. Por consiguiente, la aplicación de un sistema de evaluación de los riesgos para la seguridad, que esté diseñado específicamente para las actividades relacionadas con el mantenimiento puede mejorar la eficiencia del proceso de mantenimiento y, a su vez, ayudará a la organización empresarial a alcanzar sus metas y objetivos finales de forma eficaz y eficiente. Por ejemplo, en un sistema de conducción de trenes donde no hay sistemas automáticos de control del tren, una falta de salud del trabajador puede resultar catastrófico. La creación de este subgrupo tiene el objetivo de recopilar toda información que ilustre aspectos de salud de los trabajadores en el sector ferroviario. La Tabla 8 resume para el indicador que evalúa accidentes con impacto ambiental, la fuente consultada, ejemplos de lugares donde se aplica el indicador propuesto, así como su objetivo particular.

Tabla 8. RESUMEN DEL INDICADOR DE SALUD EN EL FERROCARRIL			
INDICADOR	FUENTE	LUGAR DE APLICACIÓN	OBJETIVO
Accidentes por mantenimiento.	Holmgren, (2005), Famurewa et al., 2011.	Suecia (Swedish Transport Administration, Trafikverket)	Evaluar la seguridad del trabajador ferroviario en tareas de mantenimiento

INTERRELACIÓN EN EL SNIF

Como se comentó previamente, uno de los dos objetivos principales planteados al momento de estructurar el SNIF 2020, fue que cada subgrupo o subconjunto de subgrupos sirviesen como fuente de información básica que pudiese utilizarse para el desarrollo de estudios y proyectos ferroviarios que ayuden a promover el sistema, ayude a incrementar el uso eficiente de la infraestructura desde un punto de vista macroeconómico, busque aumentar la seguridad, etc., que ayude al ferrocarril a ofrecer un servicio de transporte público, incluso más eficiente y seguro. Esto es posible gracias a la flexibilidad estructural implementada donde cada subgrupo (p. ej. Estudios de capacidad de vía) o subconjunto (p. ej. Análisis RAMS) sirve como fuente de información y base de datos. El propósito es claro, promover una mejora en la calidad del servicio prestado y del rendimiento general que actualmente presenta el SFM. Para lograr este propósito, se han planteado llevar a cabo distintos estudios dentro de la Dirección General de Estudios, Estadística y Registro Ferroviario Mexicano (DGEERFM) de la ARTF.

Tomando en cuenta lo anterior, en este apartado se presentan parte de los estudios planteados dentro de la DGEERFM y la interrelación de subgrupos de indicadores requeridos para llevar a cabo cada estudio (Ver Figura 6):

- Desarrollar un marco de participación modal óptimo y robusto entre el autotransporte y el ferrocarril.
- Mediante el análisis RAMS, plantear una gestión de la infraestructura ferroviaria segura, fiable, disponible y mantenible que permita elevar la calidad del servicio prestado, así como su disponibilidad.
- Evaluar la mejora de seguridad operativa (siniestros) y pública (robo y vandalismo) en el SFM mediante la generación de reportes (p. ej. El reporte trimestral de seguridad ferroviaria).
- Evaluar el comportamiento mensual de la estadística ferroviaria (PULSO del SFM).
- Analizar el impacto ambiental ocasionado por el ferrocarril. El consumo de energía, las emisiones contaminantes, el ruido, el impacto en el paisaje son sólo algunos de los problemas más evidentes de un sistema tan amplio y complejo como el ferroviario.
- Desarrollar el mapa de capacidad de vía nacional de la red ferroviaria actual que permita planear la construcción óptima de la infraestructura ferroviaria nacional, maximizando la capacidad mientras se minimizan costos.
- Análisis de Costo-Beneficio entre mantenimiento preventivo y correctivo que vislumbre un uso óptimo de la infraestructura y uso de recursos en coordinación con la operación ferroviaria.
- Adaptación del análisis Costo-Beneficio para incluir el impacto de condicionales adicionales de seguridad e impacto ambiental en la evaluación de proyectos [26].

- Generación de indicadores que permitan el mantenimiento basado en la condición actual de la vía tomando en cuenta la reacción de los vehículos. Así, evolucionar a un sistema de mantenimiento predictivo que permita un uso óptimo de la infraestructura y uso óptimo de recursos en combinación con la operación ferroviaria [25].
- Elaboración de un índice de integridad para la supervisión de la infraestructura ferroviaria [4].

En la Figura 6 se muestra la relación entre cada estudio (fondo gris) y el subgrupo o subconjunto de subgrupos de indicadores ferroviarios que sirve como fuente de información primaria. Dicha relación se indica mediante un recuadro a color, plasmando con negro, dorado y rojo si el estudio depende de uno (p. ej. capacidad de vía), dos (Reparto Modal óptimo) o más subgrupos de indicadores ferroviarios (RAMS).

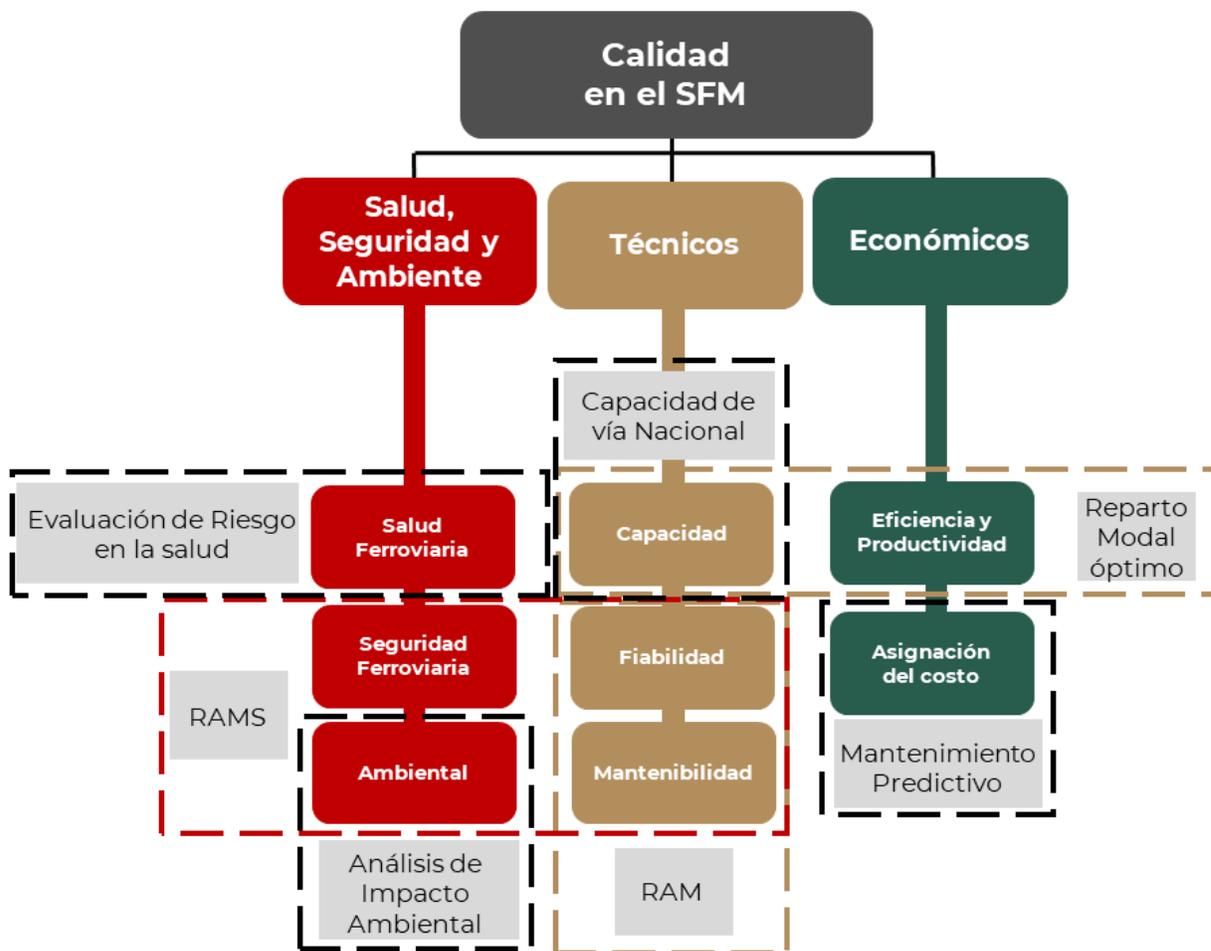


Fig. 6 Relación entre estudios planteados como prioritarios en la DGEERFM y subgrupos de indicadores ferroviarios.

LISTADO DE INDICADORES

Antes de pasar a listar los indicadores ferroviarios que integran el SNIF 2020, se debe mencionar que existen subgrupos integrados por un solo indicador. Esto podría llevar a pensar erróneamente al lector que dicho Subgrupo debería integrarse dentro de otro subgrupo alternativo (p. ej. mantenimiento dentro de mantenibilidad) simplificando así la estructura propuesta. Sin embargo, esto va en contra del objetivo planteado de flexibilizar la estructura de indicadores, de tal forma que, en ediciones futuras, se añadan indicadores a subgrupos que ya se encuentran dentro de la estructura actual (p. ej. emisión de gases de efecto invernadero) o incluso la integración de subgrupos adicionales (p. ej. bloqueos, afectaciones por terceros, etc [24]).

La causa de este escenario se debe a que, durante la fase de planeación de nuevos indicadores para cada una de las Subgrupos propuestas, alrededor del 50% de los indicadores propuestos no lograron ser incluidos en esta publicación debido a la falta de datos y registro histórico por parte de las empresas ferroviarias. Por ejemplo, en México no existe todavía un marco regulatorio que norme como medir la emisión de gases de efecto invernadero en la industria ferroviaria.

Esto en vez de mostrarse como una debilidad de la estructura planteada, se debe entender como el modo de trabajo y la ruta que seguirán futuras ediciones del SNIF, integrando en cada futura edición, más información de importancia para los interesados del sector.

En conjunto, la versión del SNIF 2020 se compone de 34 indicadores de desempeño estratégico: 20 Indicadores técnicos, 8 Indicadores económicos y 6 Indicadores de Salud, Seguridad y Ambiente. En la Tabla 1 se muestra un resumen de la estructura utilizada en el SNIF 2020.

RESUMEN ESTADÍSTICO

En la Tabla 9 se muestran un resumen de la estadística ferroviaria y los indicadores del SNIF del sector ferroviario de carga del país durante 2016-2019.

Tabla 9.- EVOLUCIÓN DE LA ESTADÍSTICA FERROVIARIA DEL SFM DE CARGA				
Estadística del SFM	2016	2017	2018	2019
Averías de tren	-	-	3,779	3,580
Averías que interfieren tráfico	-	-	1,574	1,300
Tiempo medio de restauración (horas)	-	-	4.32	4.18
Carros BO cortados	-	-	20,798	21,729
Carros despachados (millones)	-	-	3.50	3.39
Costo de mantenimiento a vía (millones de pesos MXN)	-	-	3,213.80	3,549.80
Costo de mantenimiento total (millones de pesos MXN)	-	-	5,597.32	6,306.27
Edad promedio del equipo tractivo (años)	-	-	33.09	33.65
Costo de la carga robada (millones de pesos MXN)	-	-	266.60	254.30
Trenes-kilómetro de carga (millones)	33.97	33.07	36.09	34.89
Trenes armados de carga	-	-	110,251	105,392
Carros cargados (millones)	2.16	2.20	2.19	2.09
Carros-km cargados (millones)	-	-	1,339.39	1,333.66
Toneladas netas (millones)	121.97	126.88	128.03	125.19
Toneladas-kilómetro netas (millones) (En 2018 y 2019 se incluye servicio a industria de Ferrovialle)	84,683.26	86,316.20	88,272.07	89,356.70
Velocidad media (kilómetros/hora)	-	-	26.93	29.29
Trenes-hora (millones)	-	-	1.60	1.37
Número promedio de empleados	15,310	15,736	15,669	15,596

Estadística del SFM	2016	2017	2018	2019
Consumo de combustible carga y patio (millones de litros)	750.80	741.62	730.41	708.46
Ingresos por carga neta (millones de pesos MXN)	52,861.66	57,089.92	60,159.74	63,817.73
Carros operables	-	-	32,286	31,364
Locomotoras operables	-	-	1,210	1,135
Coches operables	-	-	145	145
Total de pasajeros	55.77	56.71	57.76	57.51
Total de pasajeros-km (millones)	1,480.80	1,550.41	1,590.83	1,570.61
Kilómetros de vía concesionados (Para Ferrovalle se consideró una longitud de vía adicional)	17,702	17,716	17,717	17,717
Siniestros Ferroviarios	-	573	485	564
Arrollamientos de Vehículo	-	-	805	669
Lesionados	-	315	259	215
Decesos	-	96	91	94
Accidentes por mantenimiento	-	-	79	37
Edad promedio del equipo de arrastre (años)	-	-	36.24	36.88

La siguiente Tabla resume los valores calculados. En la columna final se expresa el Rendimiento Interanual Esperado (R.I.E.) para cada indicador, ya sea decremento (↓), incremento (↑) o Indistinto (-).

Tabla 10.- RESUMEN ESTADÍSTICO DEL SFM						
NOMBRE DEL INDICADOR	UNIDADES	2016	2017	2018	2019	R.I.E.
Índice de averías totales	Averías por Millón de tren-km	-	-	104.71	102.61	↓
Tráfico interferido por averías	Adimensional (%)	-	-	41.65%	36.31%	↓
Tiempo promedio de restauración	horas	-	-	4.32	4.18	↓
Velocidad media de recorrido	km/h	-	-	26.93	29.29	↑
Carros cortados BO de un tren en camino	Adimensional (%)	-	-	0.59%	0.64%	↓
Mantenimiento preventivo y/o correctivo	Adimensional (%)	-	-	57.42%	56.29%	-
Edad promedio del equipo tractivo	Años	-	-	33.09	33.65	↓
Edad promedio del equipo de arrastre	Años	-	-	36.24	36.88	↓
Ingreso por tonelada kilómetro	Pesos MXN por tonelada-km	0.62	0.66	0.68	0.72	↑
Tonelaje promedio por carro cargado	Toneladas por Carro	56.55	57.77	58.41	59.82	↑
Densidad de tráfico ferroviario	Millones de toneladas-km/km	4.78	4.87	4.96	5.03	↑
Densidad de tráfico de vehículos	Carros-km por km	-	-	134,711.06	136,402.26	↑
Rendimiento de combustible	Toneladas-km por Litro	114.00	117.00	120.85	126.13	↑
Toneladas-kilómetro por tren-hora	Toneladas-kilómetro por tren-hora	-	-	55,218.43	65,285.39	↑
Carga por tren	Toneladas por Tren	-	-	2,445.77	2,561.12	↑
Razón carros-trenes	Carros por Tren	-	-	37.11	38.23	-
Promedio de carros por locomotora	Carros por Locomotoras	-	-	26.68	27.63	-

NOMBRE DEL INDICADOR	UNIDADES	2016	2017	2018	2019	R.I.E
Promedio de longitud de arrastre por tren	km	-	-	327.36	331.05	↑
Pasajeros por carro	Pasajeros por Coche	-	-	34,175.78	33,052.30	↑
Ingreso por pasajero	Pesos MXN por Pasajero	-	-	18.44	18.80	↑
Costo de mantenimiento a vía por tren-km	Pesos MXN por Tren-km	-	-	89.05	101.74	-
Carga total por empleado	Millón de toneladas-km por Empleado	6.05	6.02	5.74	5.84	↑
Relación entre costos de operación e ingresos totales	Adimensional	-	-	0.61	0.61	↓
Mantenimiento de vía	Pesos MXN por km	-	-	181,397.14	200,362.33	-
Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete	Pesos MXN por Millón de Pesos MXN	-	-	4431.57	3984.82	↓
Tiempo de espera en estaciones	horas	-	-	35.85	31.93	↓
Longitud promedio de trenes	m	-	-	1012	1044	-
Muertes y lesiones	Muertos y lesionados/ Millón de trenes-km	-	-	9.7	8.86	↓
Kilómetro por carro por día	Kilómetro por carro por día	-	-	161.21	160.03	↑
Accidentes en cruce de nivel	Accidentes por Millón de tren-km	-	-	22.30	19.17	↓
Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril	Accidentes por Millón de tren-km	-	-	13.44	16.17	↓
Seguridad operativa en carga transportada	Accidentes / Miles de millones de toneladas-km	-	-	5.49	6.31	↓
Accidentes por mantenimiento	Accidentes por Millón de tren-km	-	-	4.46	4.73	↓
Accidentes con impacto ambiental	Adimensional (%)	-	-	2.68%	3.19%	↓

Tabla 11.- Resumen de Toneladas kilómetro (Millones) por concesionario/asignatario				
Concesionario/Asignatario	2016	2017	2018	2019
ADMI	8.88	5.27	3.32	3.03
FIT	598.21	567.13	575.94	669.60
FSRR	8,386.31	8,818.73	8,061.72	7,253.40
FTVM (2018 y 2019 incluye servicio a industria)	94.90	98.02	444.60	382.26
FXE	45,387.12	45,663.99	48,397.55	50,094.91
KCSM	29,338.87	30,409.86	29,939.54	30,160.23
LCD	868.98	753.20	849.39	793.28
Total SFM	84,683.26	86,316.20	88,272.07	89,356.70

Tabla 12.- Resumen de Trenes-kilómetro (Millones) por concesionario/asignatario		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
ADMI	0.01	0.01
FIT	0.61	0.66
FSRR	3.82	3.08
FTVM	0.17	0.14
FXE	17.52	17.70
KCSM	13.07	12.45
LCD	0.90	0.85
Total SFM	36.09	34.89

COMPARATIVA ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

En la siguiente Tabla se muestran a través de distintos IFs los valores de rendimiento promedio para los sistemas ferroviarios de México (SFM) y los ferrocarriles clase 1 de EUA (CI-EUA. El listado solo presenta aquellos indicadores que son comparables entre sí dada la información disponible y similitud de los conceptos utilizados durante el análisis. Es por este motivo que no se enlistan indicadores que evalúan aspectos de seguridad dada la discrepancia existente entre los criterios utilizados por los concesionarios/asignatarios del SFM y la normativa utilizada en EUA. Para los valores promedio de EUA se utilizó como fuente principal de información el compendio estadístico "Rail Road Facts 2019 Edition" el cual solo presenta información hasta 2018. Los primeros 5 indicadores son la continuación de aquellos presentados en el SNIF de 2018.

Tabla 13.- COMPARATIVA DE INDICADORES FERROVIARIOS								
NOMBRE DEL INDICADOR	SFM				CI-EUA*			R.I.E.
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	
Ingreso por tonelada-kilómetro (Pesos MXN por tonelada-km)	0.62	0.66	0.68	0.72	0.59	0.59	0.63	↑
Tonelaje promedio por carro cargado (Toneladas por Carro)	56.55	57.77	58.41	59.82	51.00	51.34	50.57	↑
Densidad de Tráfico ferroviario (Toneladas por Carro)	4.78	4.87	4.96	5.03	15.41	16.31	16.90	↑
Rendimiento de Combustible (Millones de toneladas-km/km)	114	117	120.85	126.13	180.64	184.82	182.47	↑
Carga total por empleado (Millón de toneladas-km por Empleado)	6.05	6.02	5.74	5.84	15.13	16.52	17.18	↑
Tiempo promedio de espera en estación (Horas)	-	-	35.85	31.93	24.65	26.05	25.87	↓
Carga por tren (Toneladas por tren-hora)	-	-	2,445.77	2,561.12	3,176.11	3,265.63	3,292.83	↑
Relación entre costos de operación e ingresos totales (Pesos MXN por Millón de Pesos MXN)	-	-	0.61	0.61	0.68	0.67	0.66	↓
Densidad de tráfico de vehículos (Carros-km por km)	-	-	134,711.06	136,402.26	348,963	365,699	377,197	↑
Razón carros trenes (Carros por Tren)	-	-	37.11	38.23	71.93	73.22	73.49	-



INDICADORES TÉCNICOS

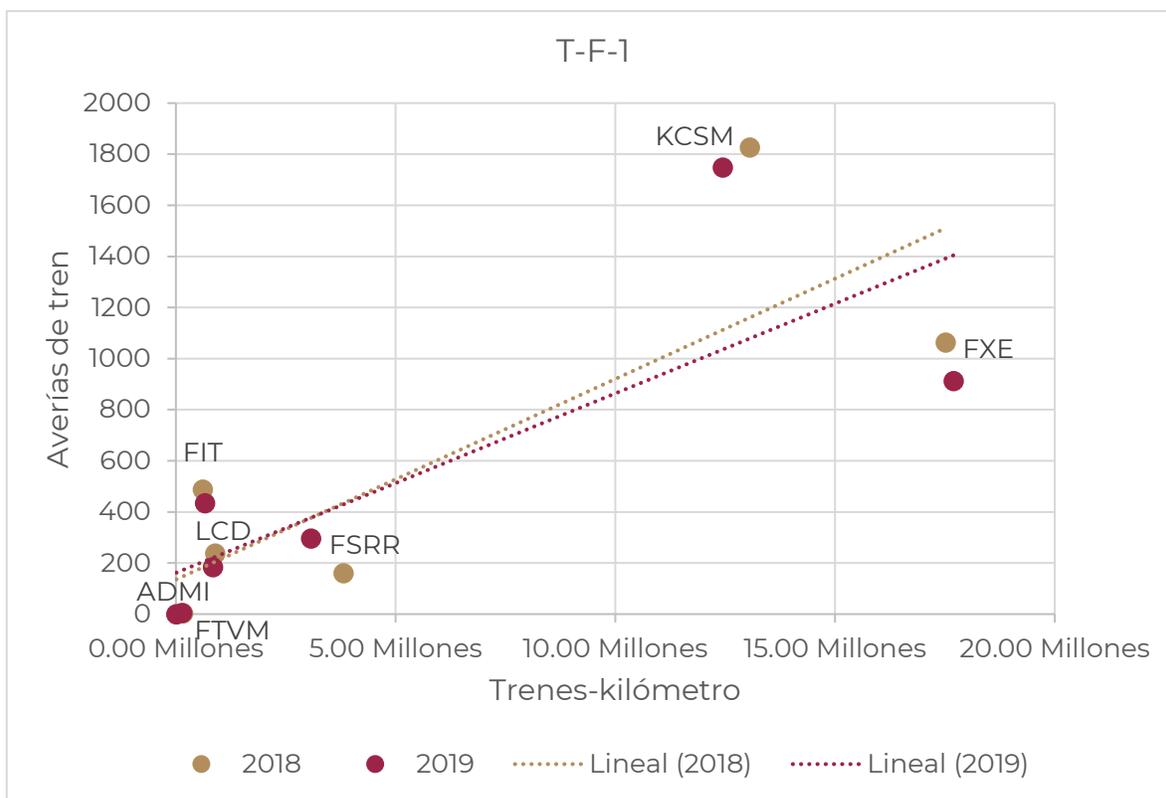
SUBGRUPO: FIABILIDAD

Índice de averías totales

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-F-1	C	Índice de averías totales
Objetivo	Medir el grado de eficiencia de la operación ferroviaria al analizar qué tan común es que ocurra una avería en función de la distancia recorrida por los trenes.	
Descripción	En la operación del tren se presentan averías, es decir, situaciones en las cuales el tren no puede continuar con su marcha. Un menor número de averías totales indica una mejor operación ferroviaria debido a que se presentan menos interrupciones en el servicio.	
Desagregación de la información		Grupo
- Por concesionario		Técnico
		Subgrupo
		Disponibilidad
Sí ✓		No
		Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se obtiene multiplicando por un millón el cociente del número total de averías de tren con el número de trenes-kilómetro.		
$T - F - 1 = \frac{\text{Total de averías de tren}}{\text{Trenes-kilómetro}} \times 10^6$		
Particularidades:		
Avería de tren: pérdida de la aptitud de un tren para continuar con su marcha como resultado de una falla de tren.		
Dato		Unidad
- Índice de averías totales ($T - F - 1$)		- Averías por Millón de tren-km
- Averías de tren		- Averías
- Trenes-kilómetro		- Trenes-km
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Índice de averías totales ($T - F - 1$) [Averías por Millón de tren-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	794.45	653.18
LCD	265.54	217.67
KCSM	139.81	140.46
SFM*	104.71	102.61
FSRR	41.91	96.09
FXE	60.68	51.57
FTVM	18.00	35.25
ADMI	0.00	0.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de averías del SFM entre el total de trenes kilómetro del SFM.

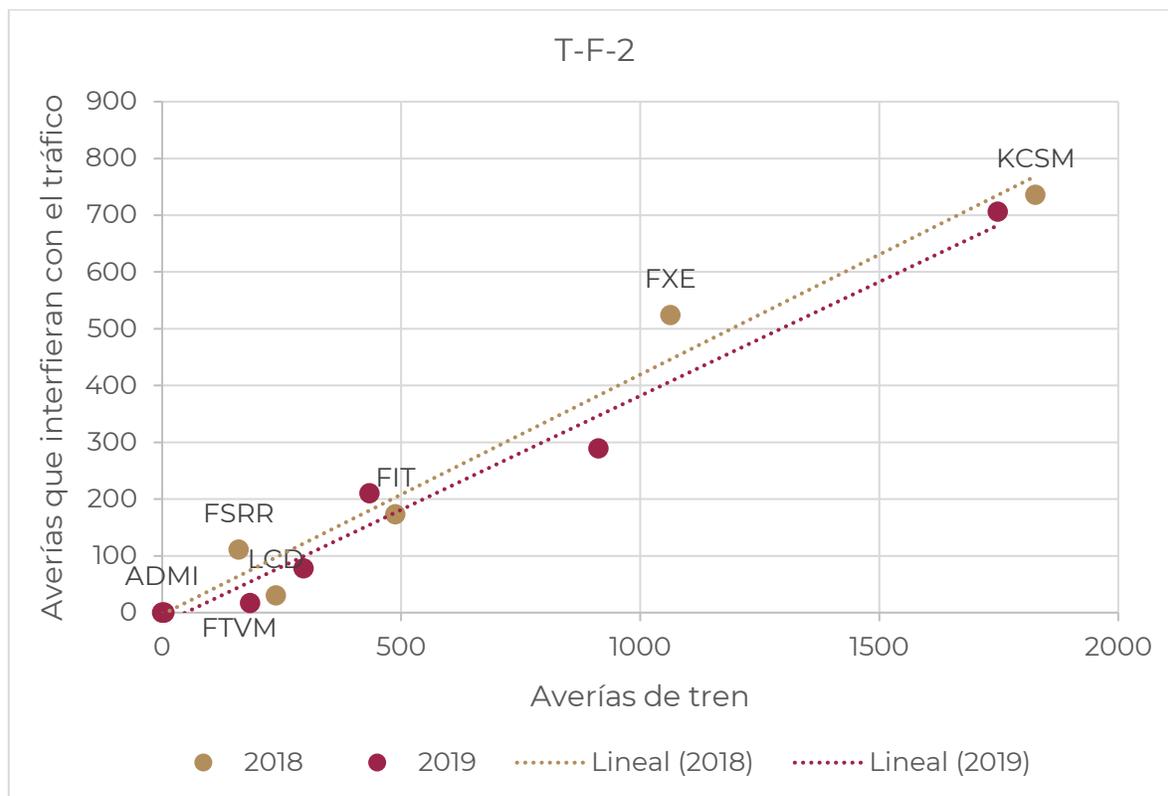


Tráfico interferido por averías

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-F-2	C	Tráfico interferido por averías
Objetivo	Medir la proporción de averías que son perjudiciales en la operación del transporte de carga.	
Descripción	En la operación del tren se presentan averías, es decir, situaciones en las cuales el tren no puede continuar con su marcha. Si la avería es muy prolongada, la circulación de trenes se ve comprometida y se registran retrasos importantes en el servicio. Este indicador busca ofrecer información de cuantas de las averías de tren repercuten en el servicio.	
Desagregación de la información		Grupo
- Por concesionario		Técnico
		Subgrupo
		Fiabilidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se obtiene dividiendo el número de averías que interfieren con el tráfico entre el total de averías de tren. El resultado se puede presentar en valor decimal o en porcentaje.		
$T - F - 2 = \frac{\text{Averías que interfieren con el tráfico}}{\text{Averías de tren}}$		
Particularidades:		
Avería de tren: pérdida de la aptitud de un tren para continuar con su marcha como resultado de una falla de tren.		
Avería que interfiere con el tráfico: se dice que una avería interfiere con el tráfico si se cumple alguna de las siguientes condiciones:		
<ul style="list-style-type: none"> • El tren averiado impide la marcha de otro tren o provoca un retraso en el itinerario de uno o más trenes. • La avería de tren provoca la detención del tren por un periodo mayor a dos horas, es decir que el tiempo de restauración es mayor a dos horas. • La falla provoca que el tren se detenga a la mitad de un cruce a nivel, y éste interfiere con el tráfico vehicular. 		
Dato	Unidad	
- Tráfico interferido por averías ($T - F - 2$)	- Adimensional (%)	
- Averías que intervienen con el tráfico	- Averías	
- Averías de tren	- Averías	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Tráfico interferido por averías (T – F – 2) [Adimensional (%)]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	35.45%	48.39%
KCSM	40.28%	40.39%
SFM*	41.65%	36.31%
FXE	49.29%	31.65%
FSRR	69.38%	26.35%
LCD	12.61%	9.24%
ADMI	0.00%	0.00%
FTVM	0.00%	0.00%

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de averías que interfieren con el tráfico del SFM entre el total de averías del SFM.

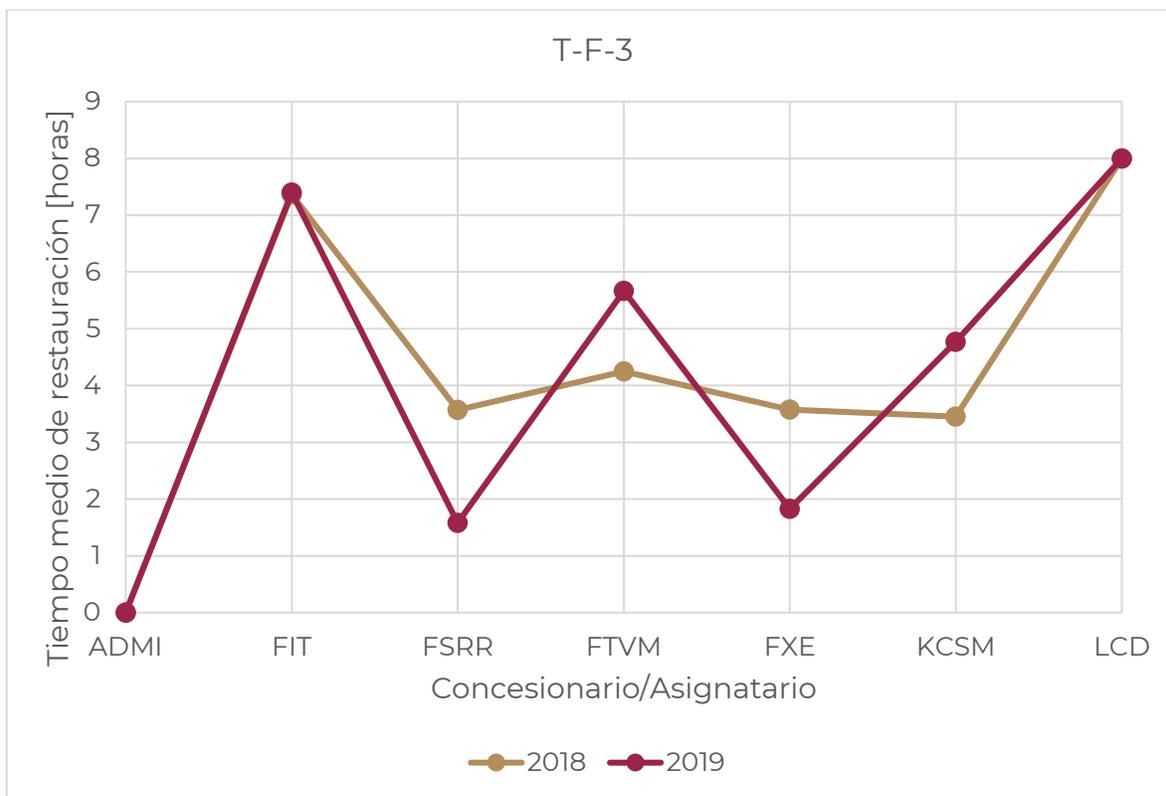


Tiempo promedio de restauración

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-F-3	C	Tiempo promedio de restauración
Objetivo	Conocer el tiempo promedio en el que se restaura la operación de un tren después de haber ocurrido una falla de tren.	
Descripción	En la operación del tren se presentan averías, es decir, situaciones en las cuales el tren no puede continuar con su marcha. Este indicador permite conocer la media del tiempo en el que se detiene la operación al ocurrir una falla de tren o, desde otra perspectiva, el tiempo promedio en el que se repara un tren averiado y se restablece la operación.	
Desagregación de la información		Grupo
- Por concesionario		Técnico
		Subgrupo
		Fiabilidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador lo entregan directamente los concesionarios con unidades de tiempo.		
$T - F - 3 = \text{Tiempo medio de restauración}$		
Particularidades:		
Avería de tren: pérdida de la aptitud de un tren para continuar con su marcha como resultado de una falla de tren.		
Tiempo de restauración: intervalo de tiempo entre la aparición de una falla y la restauración (corrección de la avería).		
Nota: Si el momento de la aparición de una falla está indeterminado, el intervalo de tiempo se supone que comienza con la detección de la avería.		
Tiempo medio de restauración: esperanza matemática del tiempo de restauración.		
Dato	Unidad	
- Tiempo promedio de restauración ($T - F - 3$)	- Horas	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Tiempo promedio de restauración (T – F – 3) [Horas]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
LCD	8.00	8.00
FIT	7.36	7.40
FTVM	4.25	5.67
KCSM	3.45	4.77
SFM*	4.32	4.18
FXE	3.58	1.82
FSRR	3.57	1.58
ADMI	0.00	0.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores de los concesionarios/asignatarios.

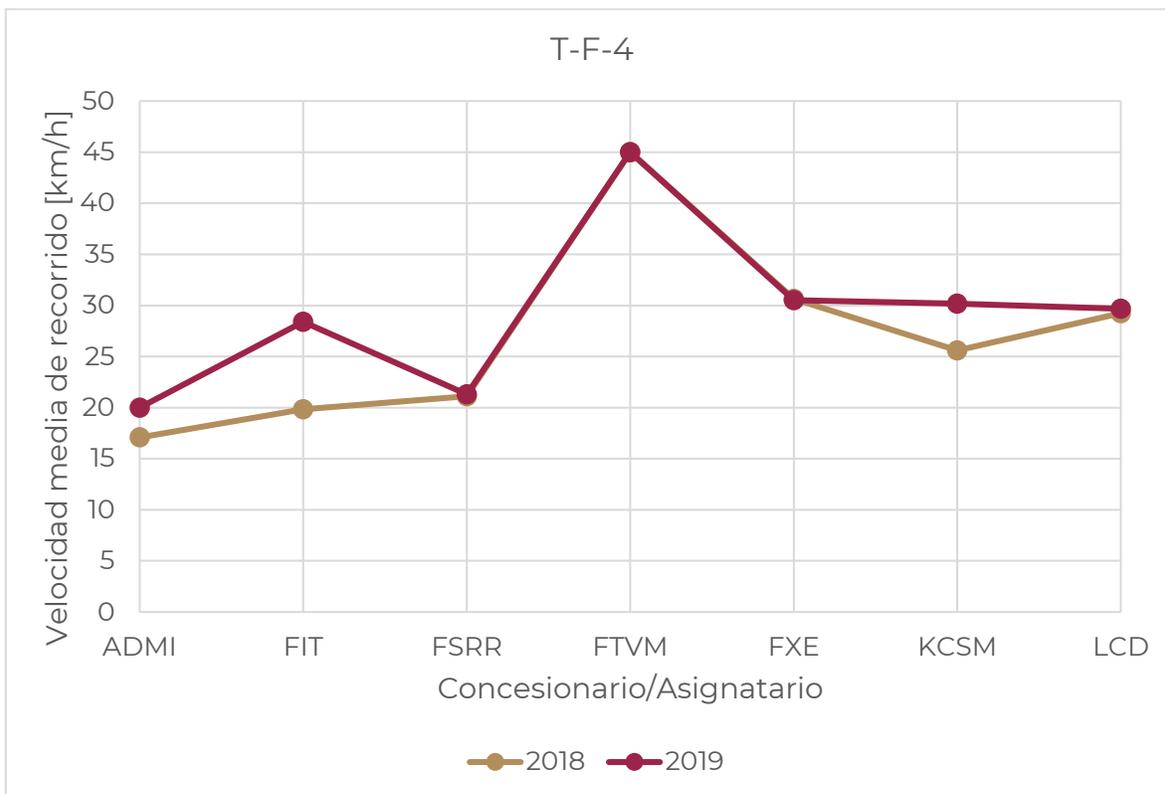


Velocidad media de recorrido

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-F-4	C	Velocidad media de recorrido
Objetivo	Conocer de forma general el tiempo que le toma a la carga viajar de un origen a un destino en función de la distancia recorrida.	
Descripción	Este indicador permite conocer la distancia promedio que viaja un tren en una hora. Un valor grande indica que la calidad de las vías es superior y permite una mayor eficiencia en el servicio, puesto que la carga se entrega con mayor rapidez o con un número menor de demoras. Esta velocidad es un promedio de la velocidad a la que se desplaza cada tren en camino, sin considerar los movimientos en patio.	
Desagregación de la información		
- Por concesionario	Técnico	Fiabilidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador lo entregan directamente los concesionarios con unidades de velocidad. Se considera la velocidad media de recorrido de los trenes en camino (no confundir con gross velocity).		
$T - F - 4 = \text{Velocidad media de recorrido}$		
Dato	Unidad	
- Velocidad media de recorrido ($T - F - 4$)	- km/h	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Velocidad media de recorrido ($T - F - 4$) [km/h]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FTVM	45.00	45.00
FXE	30.64	30.53
KCSM	25.58	30.17
LCD	29.25	29.67
SFM*	26.93	29.29
FIT	19.83	28.38
FSRR	21.13	21.29
ADMI	17.08	20.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores de los concesionarios/asignatarios.

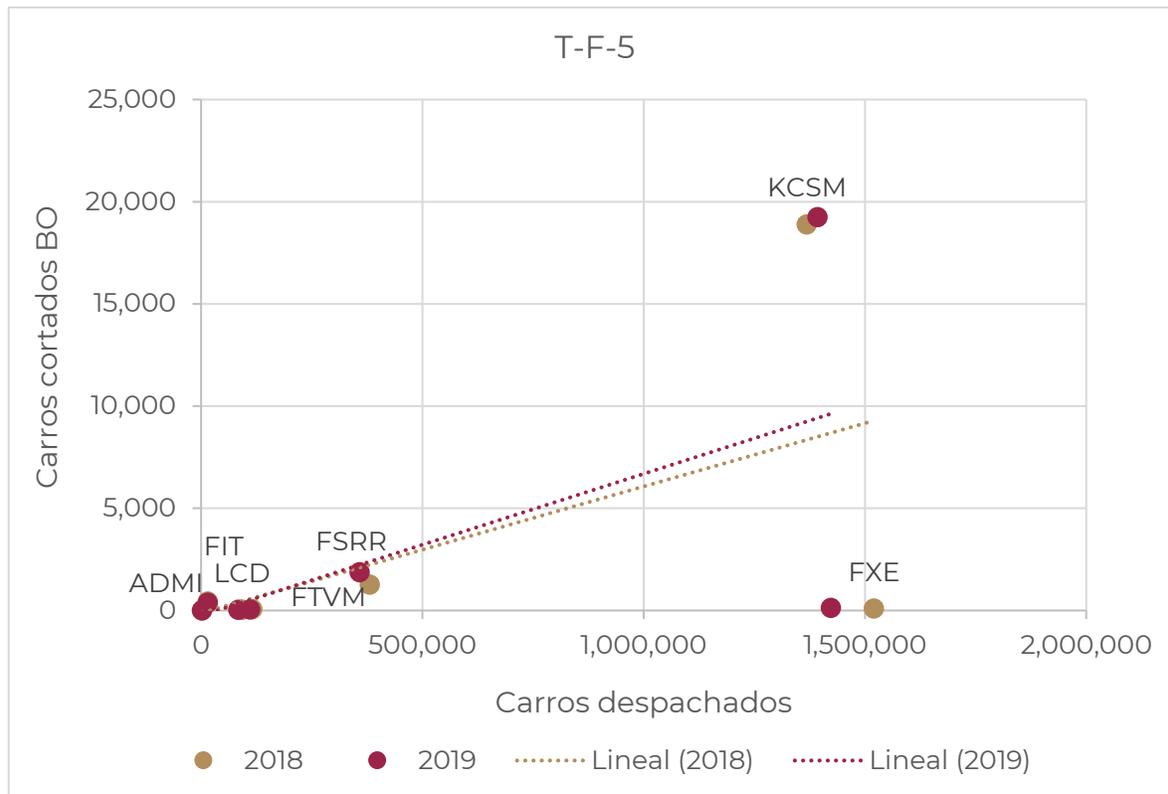


Carros cortados BO de un tren en camino

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-F-5	C	Carros cortados BO de un tren en camino	
Objetivo	Medir la proporción de carros BO cortados con respecto a los carros despachados.		
Descripción	Este indicador permite conocer la proporción de carros BO que son cortados, en relación con los carros despachados. Si se mide como porcentaje, valora el correcto trabajo de los inspectores de camino en función de la eficiencia de los trenes efectivos origen a destino.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
- Por concesionario		Técnico	Fiabilidad
Disponibilidad			
Sí ✓		No	Parcial
Fuente de la información			
- Concesionarios/asignatarios del SFM			
Periodicidad		Primer periodo	Último Periodo
Anual		2018	2019
Metodología de cálculo			
Este indicador se obtiene dividiendo el número de carros BO (Bad Order) cortados entre el número de carros despachados. El resultado se puede presentar en valor decimal o en porcentaje.			
$T - F - 5 = \frac{\text{Número de carros BO cortados}}{\text{Número de carros despachados}}$			
Dato		Unidad	
- Carros cortados BO de un tren en camino ($T - F - 5$)		- Adimensional (%)	
- Promedio de carros BO cortados		- Carros	
- Carros despachados		- Carros	
Observaciones			
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.			

Carros cortados BO de un tren en camino ($T - F - 5$) [Adimensional (%)]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	2.89%	2.46%
KCSM	1.38%	1.38%
SFM	0.59%	0.64%
FSRR	0.33%	0.52%
FTVM	0.06%	0.05%
LCD	0.03%	0.04%
FXE	0.01%	0.01%
ADMI	0.00%	0.00%

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de carros BO cortados del SFM entre el total de carros despachados del SFM.



SUBGRUPO: MANTENIBILIDAD

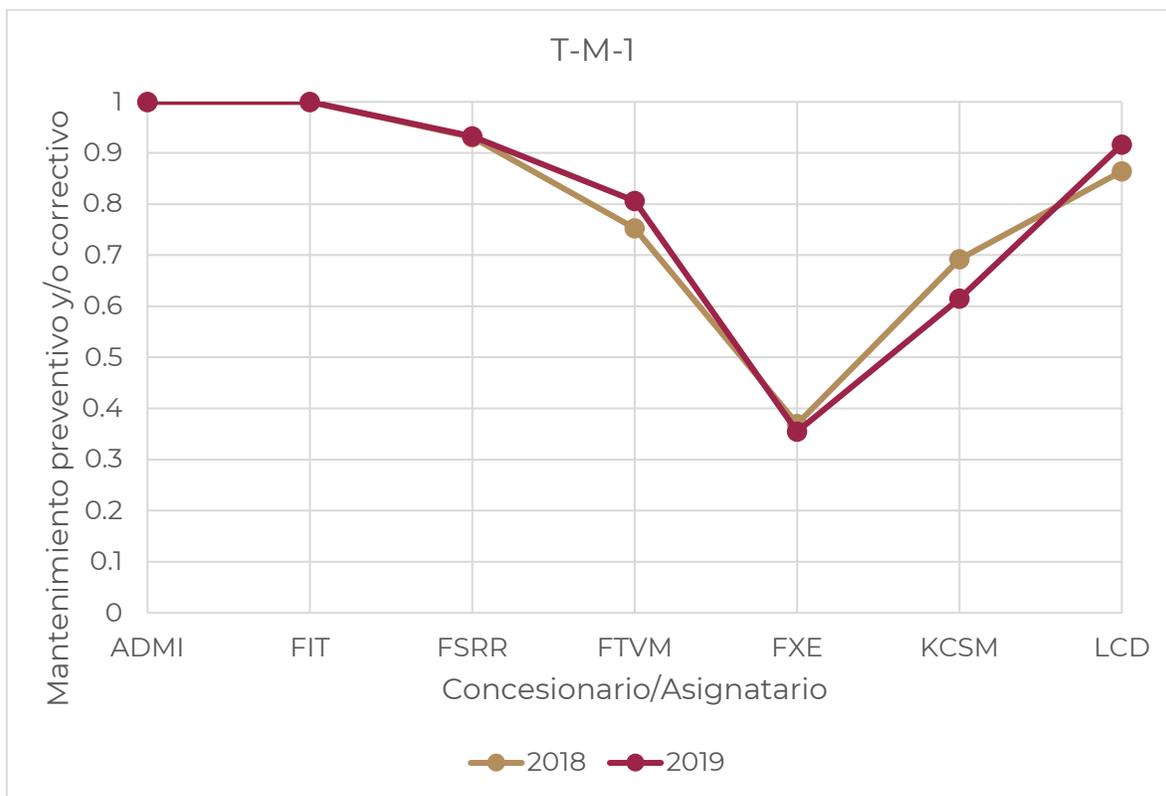
Mantenimiento preventivo y/o correctivo

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-M-1	C	Mantenimiento preventivo y/o correctivo	
Objetivo	Medir la proporción del costo de mantenimiento de vía con respecto al costo de mantenimiento total.		
Descripción	Este indicador permite conocer la proporción de la inversión en mantenimiento a vía con respecto a la inversión total. Si se mide como porcentaje, valora el porcentaje de la inversión que se destina a la vía.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
- Por concesionario		Técnico	Mantenibilidad
Disponibilidad			
Sí ✓	No	Parcial	
Fuente de la información			
- Concesionarios/asignatarios del SFM			
Periodicidad		Primer periodo	Último Periodo
Anual		2018	2019
Metodología de cálculo			
Este indicador se obtiene dividiendo el costo de mantenimiento a vía entre el costo de mantenimiento total. El resultado se puede presentar en valor decimal o en porcentaje.			
$T - M - 1 = \frac{\text{Costo de mantenimiento a vía}}{\text{Costo de mantenimiento total}}$			
Dato		Unidad	
- Mantenimiento preventivo y/o correctivo ($T - M - 1$)		- Adimensional (%)	
- Costo de mantenimiento a vía		- Pesos MXN	
- Costo de mantenimiento total		- Pesos MXN	
Observaciones			
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.			

Mantenimiento preventivo y/o correctivo (T – M – 1) [Adimensional (%)]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
ADMI**	100.00%	100.00%
FIT**	100.00%	100.00%
FSRR	93.08%	93.25%
LCD	86.40%	91.63%
FTVM	75.24%	80.62%
KCSM	69.21%	61.48%
SFM*	57.42%	56.29%
FXE	36.96%	35.46%

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total del costo de mantenimiento a vía del SFM entre el total de costo de mantenimiento del SFM.

** En el caso de ADMICARGA y FIT, estos reportaron que el total de su costo de mantenimiento está destinado al mantenimiento de la vía.

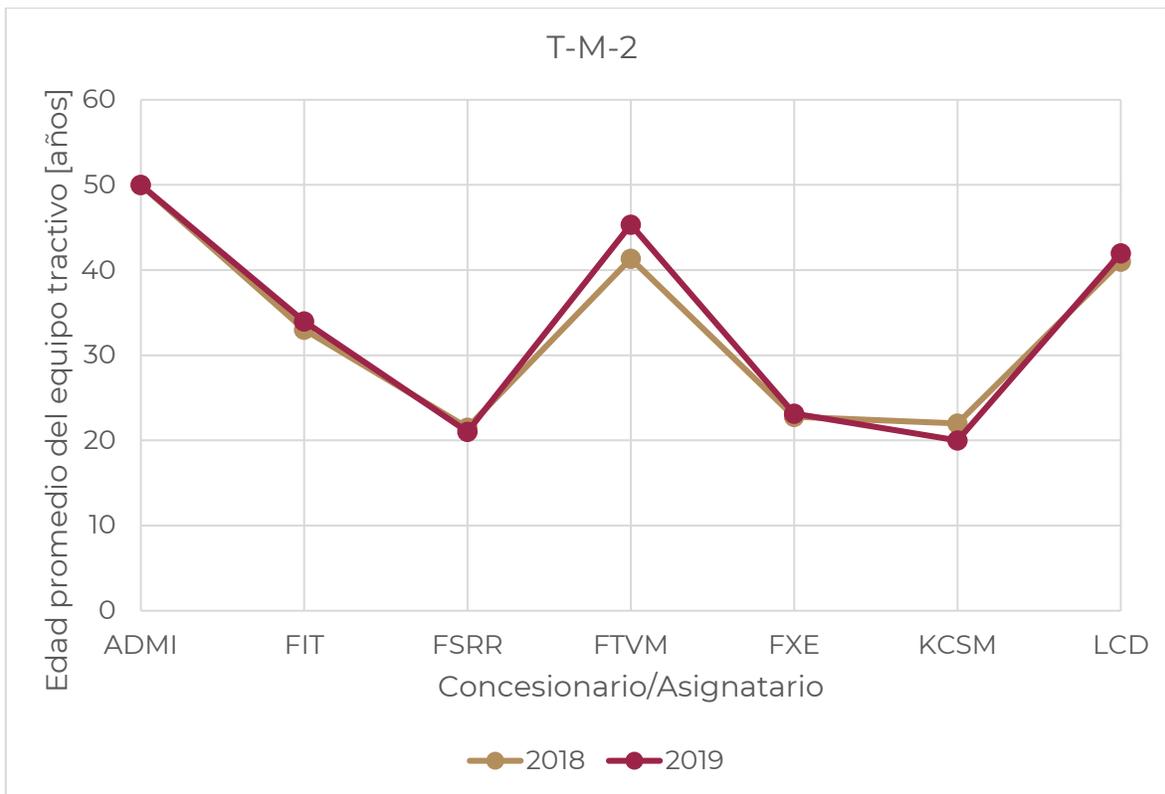


Edad promedio del equipo tractivo

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-M-2	C	Edad promedio del equipo tractivo
Objetivo	Medir el estado del envejecimiento del equipo tractivo que es propiedad u opera de forma exclusiva el concesionario/asignatario.	
Descripción	Este indicador permite conocer la edad promedio el equipo tractivo. Una edad pequeña indica modernidad y renovación de la flota, a la par de una mejora continua del servicio.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario	Técnico	Mantenibilidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador lo entregan directamente los concesionarios con unidades de tiempo.		
$T - M - 2 = \text{Edad promedio del equipo tractivo}$		
Dato	Unidad	
- Edad promedio del equipo tractivo ($T - M - 2$)	- Años	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Edad promedio del equipo tractivo ($T - M - 2$) [Años]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
ADMI	50.00	50.00
FTVM	41.35	45.35
LCD	41.00	42.00
FIT	33.00	34.00
SFM*	33.09	33.65
FXE	22.77	23.16
FSRR	21.51	21.01
KCSM	22.00	20.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores de los concesionarios/asignatarios.



Edad promedio del equipo de arrastre

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-M-3	C	Edad promedio del equipo de arrastre
Objetivo	Medir el estado del envejecimiento del equipo de arrastre.	
Descripción	Este indicador permite conocer la edad promedio el equipo de arrastre. Una edad pequeña indica modernidad y renovación de la flota, a la par de una mejora continua del servicio. Dado que la operación de carros en México funciona utilizando la flota global existente donde los carros son intercambiados (en detrimento de reducir la flota propia) algunos concesionarios podrán indicar que carecen de carros propios a través de este o algún otro indicador.	
Desagregación de la información		
	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario	Técnico	Mantenibilidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad		Primer periodo
Anual		2018
		Último Periodo
		2019
Metodología de cálculo		
Este indicador lo entregan directamente los concesionarios con unidades de tiempo.		
$T - M - 3 = \text{Edad promedio del equipo de arrastre}$		
Dato		Unidad
- Edad promedio del equipo de arrastre ($T - M - 3$)		- Años
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos. Los equipos de arrastre considerados son aquellos que son propiedad de cada concesionario/asignatario.		

Edad promedio del equipo de arrastre ($T - M - 3$) [Años]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FSRR	45.65	45.45
FTVM	37.80	38.80
FXE	37.02	38.02
SFM*	36.24	36.88
FIT	34.00	35.00
LCD	32.00	33.00
KCSM	31.00	31.00
ADMI	0.00	0.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores de los concesionarios/asignatarios, excluyendo a Admicarga porque no posee equipo de arrastre.



SUBGRUPO: CAPACIDAD

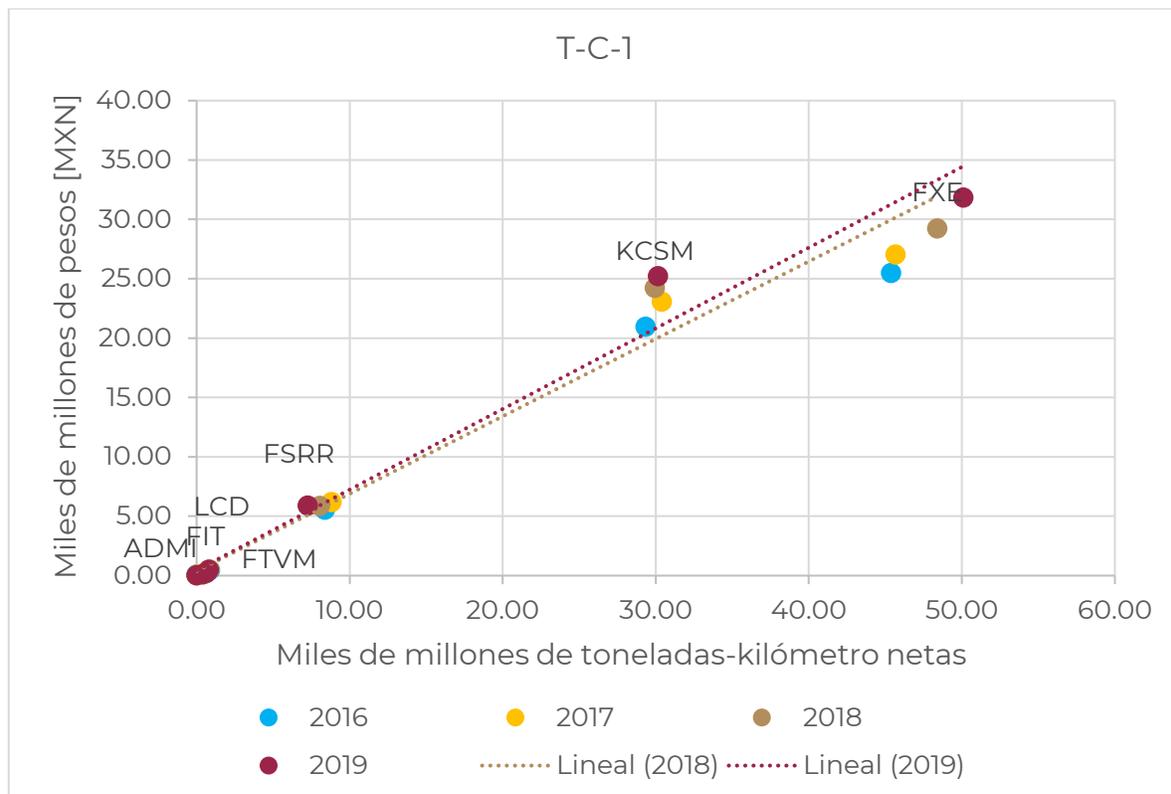
Ingreso por tonelada-kilómetro

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-C-1	C	Ingreso por tonelada kilómetro	
Objetivo	Conocer el ingreso medio por tonelada-kilómetro.		
Descripción	El ingreso por tonelada-kilómetro mide el nivel de ingreso promedio recibido por el transporte de mercancías. Permite conocer cómo se distribuye el ingreso por cada concesionario y grupo de productos.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por grupo de productos 		Técnico	Capacidad
Disponibilidad			
Sí ✓		No	Parcial
Fuente de la información			
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 			
Periodicidad		Primer periodo	Último Periodo
Mensual		2018	2019
Metodología de cálculo			
<p>Este indicador se calcula dividiendo el ingreso por carga total neta entre las toneladas-kilómetro netas.</p> $T - C - 1 = \frac{\text{Ingreso por carga total neta}}{\text{Toneladas - kilómetro netas}}$			
Particularidades:			
<p>Ingreso por carga total neta: se calcula considerando el ingreso por el traslado de mercancías para los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar los atribuidos al cobro por el traslado del equipo de arrastre y tractivo, clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.</p>			
<p>Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.</p>			
Dato		Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingreso por tonelada kilómetro ($T - C - 1$) - Ingreso por carga total neta - Toneladas-kilómetro netas 		<ul style="list-style-type: none"> - Pesos MXN por Tonelada-km - Pesos MXN - Toneladas-km 	
Observaciones			
Se tiene la información mensual desde 2016 hasta 2019.			

Ingreso por tonelada kilómetro (T – C – 1) [Pesos MXN por Tonelada-km]				
Concesionario/Asignatario	2016	2017	2018	2019
ADMI	8.22	7.96	8.73	8.89
KCSM	0.71	0.76	0.81	0.84
FSRR	0.66	0.70	0.73	0.81
SFM*	0.62	0.66	0.68	0.72
FXE	0.56	0.59	0.60	0.64
LCD	0.53	0.59	0.59	0.61
FIT	0.38	0.36	0.35	0.38
FTVM**	0.94	1.10	0.24	0.27

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de ingresos por carga total neta del SFM entre el total toneladas-kilómetro netas del SFM.

** Para 2018 y 2019, los datos de Ferrovial incluyen el flete local y el servicio a industria.

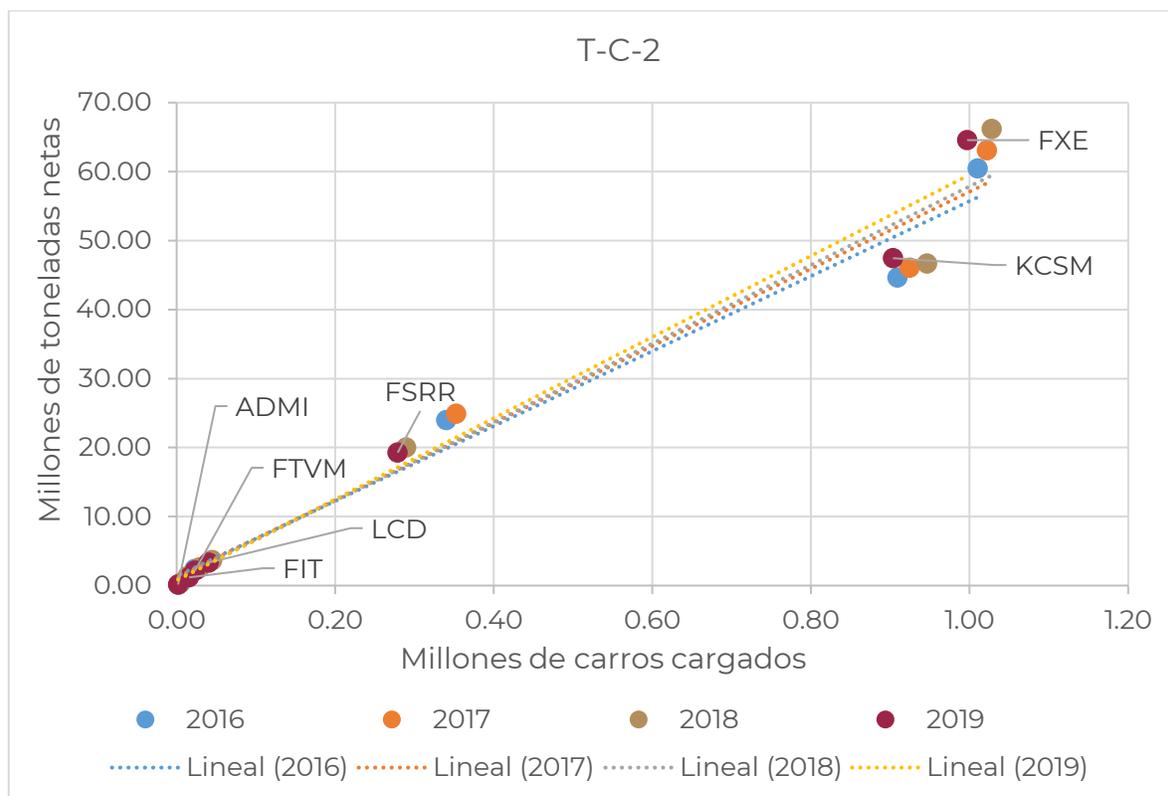


Tonelaje promedio por carro cargado

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-C-2	C	Tonelaje promedio por carro cargado	
Objetivo	Conocer el peso promedio por cada carro.		
Descripción	El tonelaje promedio por carro cargado mide el peso promedio que es transportado por cada carro. Permite comparar la capacidad utilizada del equipo de arrastre entre concesionarios y grupos de productos.		
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo	
- Por concesionario - Por grupo de productos	Técnico	Capacidad	
Disponibilidad			
Sí ✓	No	Parcial	
Fuente de la información			
- Concesionarios/asignatarios del SFM			
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo	
Mensual	2018	2019	
Metodología de cálculo			
Este indicador se calcula dividiendo las toneladas netas entre el número total de carros cargados.			
$T - C - 2 = \frac{\text{Toneladas netas}}{\text{Carros cargados}}$			
Particularidades:			
Toneladas netas: se calculan considerando las toneladas de carga desplazadas, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar. <ul style="list-style-type: none"> - Por grupo de producto y global del SFM: tráfico local y remitido. - Por concesionario: tráfico local, remitido, recibido y en tránsito. 			
Carros cargados: se calculan considerando el número de carros, sin considerar los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar. <ul style="list-style-type: none"> - Por grupo de producto y global del SFM: tráfico local y remitido. - Por concesionario: tráfico local, remitido, recibido y en tránsito. 			
Dato	Unidad		
- Tonelaje promedio por carro cargado ($T - C - 2$) - Toneladas netas - Carros cargados	- Toneladas promedio por Carro - Toneladas - Carros		
Observaciones			
Se tiene la información mensual desde 2016 hasta 2019.			

Tonelaje promedio por carro cargado ($T - C - 2$) [Toneladas por Carro]				
Concesionario/Asignatario	2016	2017	2018	2019
FTVM	89.68	89.65	92.11	93.16
LCD	81.95	83.32	81.84	82.31
ADMI	65.18	72.04	74.21	79.60
FIT	104.85	100.74	84.22	75.83
FSRR	70.56	70.68	69.15	69.14
FXE	59.83	61.73	64.38	64.77
SFM*	56.55	57.77	58.41	59.82
KCSM	49.11	49.86	49.34	52.53

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de las toneladas netas de los tráficos local y remitido de SFM entre el total de carros cargados de los tráficos local y remitido del SFM.



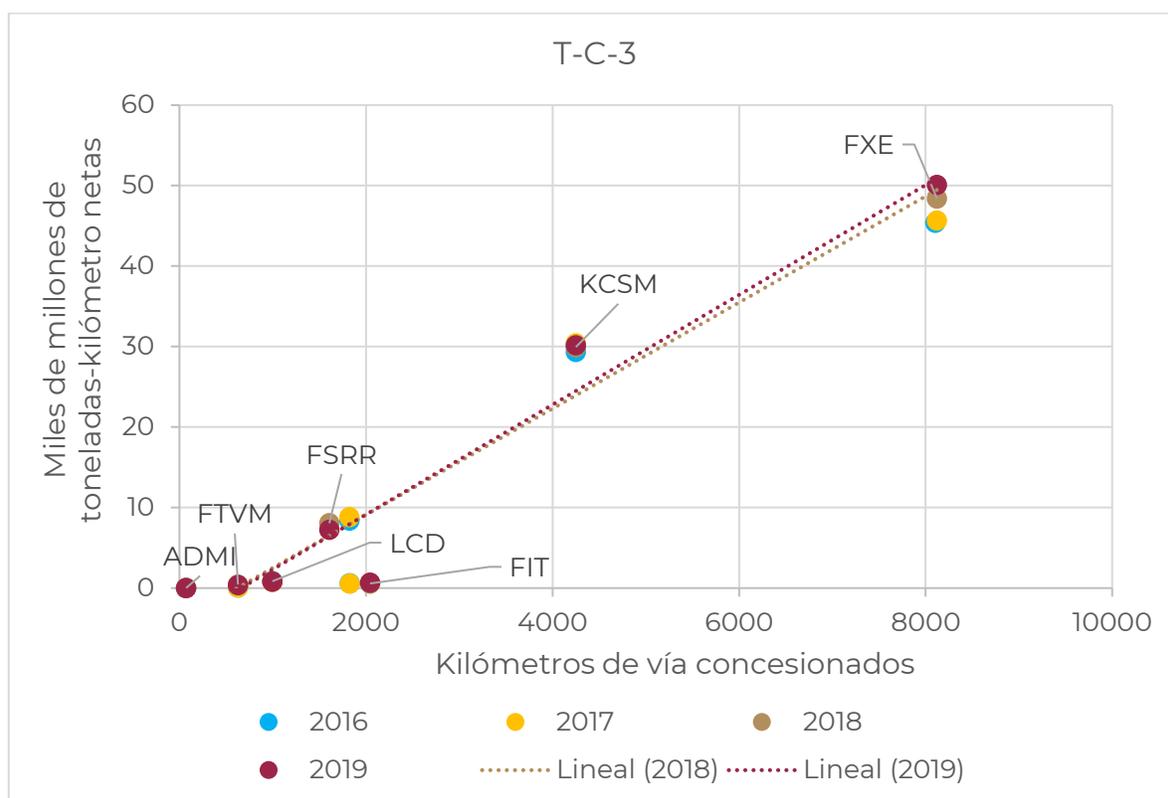
Densidad de tráfico ferroviario

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-3	C	Densidad de tráfico ferroviario
Objetivo	Conocer la intensidad en el uso de las vías concesionadas para el transporte de mercancías.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entra las toneladas-kilómetro desplazadas y los kilómetros de vía concesionados, para saber qué tanto se emplean las vías concesionadas.	
Desagregación de la información		Grupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Técnico
		Subgrupo
		Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
<p>Este indicador se calcula dividiendo las toneladas-kilómetro netas entre el número kilómetros de vía concesionados/asignados.</p> $T - C - 3 = \frac{\text{Toneladas - kilómetro netas}}{\text{Kilómetros de vía concesionados}} \times 10^{-6}$		
Particularidades:		
<p>Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.</p> <p>Kilómetros de vía concesionados: se suman los kilómetros establecidos en los títulos de concesión/asignación, así como sus modificaciones, para cada vía concesionada.</p>		
Dato	Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de tráfico ferroviario ($T - C - 3$) - Toneladas-kilómetro netas - Kilómetros de vía 	<ul style="list-style-type: none"> - Millones de toneladas-km/km - Toneladas-km - km 	
Observaciones		
Se tiene la información mensual desde 2016 hasta 2019.		

Densidad de tráfico ferroviario ($T - C - 3$) [Millones de toneladas-km/km]				
Concesionario/Asignatario	2016	2017	2018	2019
KCSM	6.90	7.16	7.04	7.10
FXE	5.60	5.62	5.96	6.17
SFM*	4.78	4.87	4.96	5.03
FSRR	4.60	4.84	5.02	4.51
LCD	0.87	0.76	0.85	0.80
FTVM	0.15	0.16	0.61	0.71
FIT	0.33	0.31	0.28	0.33
ADMI	0.13	0.07	0.05	0.04

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de toneladas-kilómetro netas del SFM entre el total de kilómetros de vía concesionada del SFM.

** Para 2018 y 2019, los datos de Ferrovial incluyen el flete local y el servicio a industria.

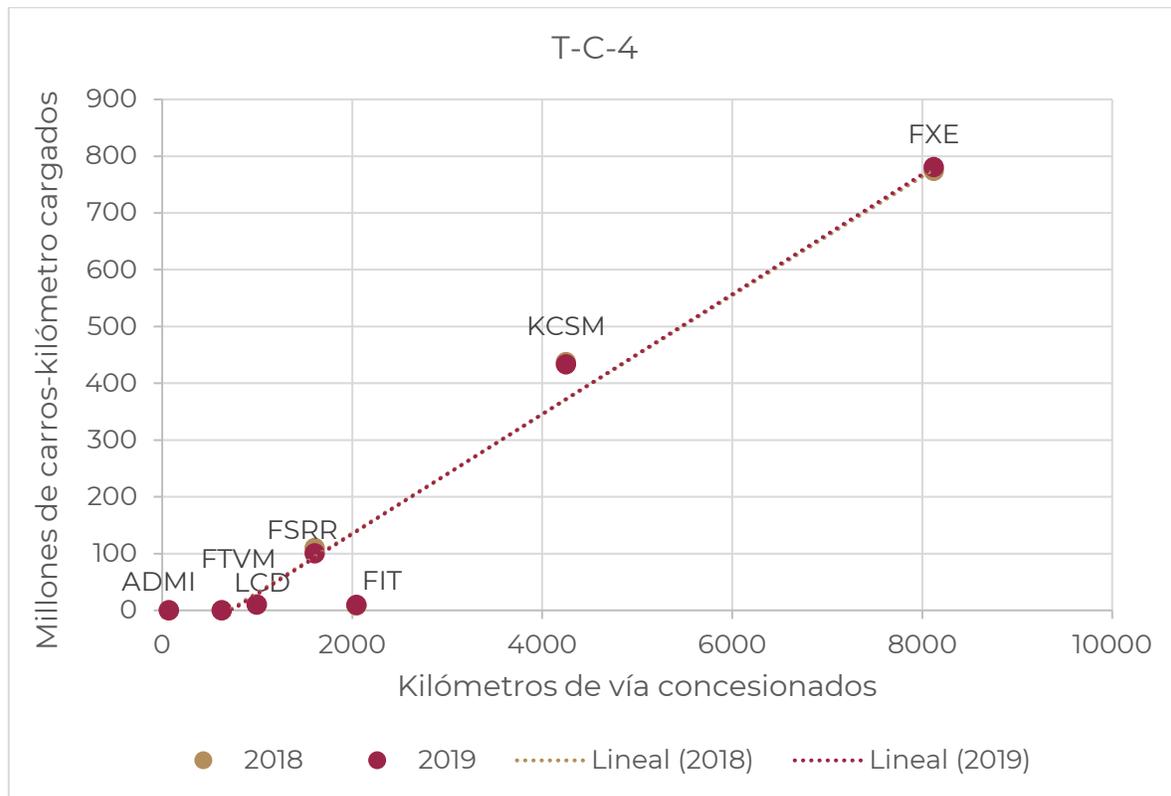


Densidad de tráfico de vehículos

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-C-4	C	Densidad de tráfico de vehículos	
Objetivo	Conocer el uso comercial de las vías concesionadas al determinar el tráfico de carros cargados y vacíos que circulan.		
Descripción	Este indicador mide el cociente entre los carros-kilómetro (cargados y vacíos) y los kilómetros de vía concesionados, para saber el flujo vehicular que circula por las vías concesionadas.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Técnico	Capacidad
Disponibilidad			
Sí ✓	No	Parcial	
Fuente de la información			
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 			
Periodicidad		Primer periodo	Último Periodo
Mensual		2018	2019
Metodología de cálculo			
<p>Este indicador se calcula dividiendo los carros-kilómetro cargados y vacíos entre el número kilómetros de vía concesionados/asignados.</p> $T - C - 4 = \frac{\text{Carros - kilómetro}}{\text{Kilómetros de vía concesionados}}$			
Particularidades:			
<p>Carros-kilómetro: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los carros cargados y vacíos.</p>			
<p>Kilómetros de vía concesionados: se suman los kilómetros establecidos en los títulos de concesión/asignación, así como sus modificaciones, para cada vía concesionada.</p>			
Dato		Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de tráfico de vehículos ($T - C - 4$) - Carros-kilómetro - Kilómetros de vía 		<ul style="list-style-type: none"> - Carros-km/km - Carros-km - km 	
Observaciones			
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.			

Densidad de tráfico de vehículos ($T - C - 4$) [Carros-km/km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
KCSM	183,088.19	185,458.17
FXE	170,048.39	174,254.85
SFM*	134,711.06	136,402.26
FSRR	123,369.25	114,077.90
LCD	20,789.41	20,340.85
FIT	4,103.94	4,655.32
ADMI	1,294.37	1,133.66
FTVM	81.14	58.89

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total carros-kilómetro del SFM entre el total de kilómetros de vía concesionada del SFM.

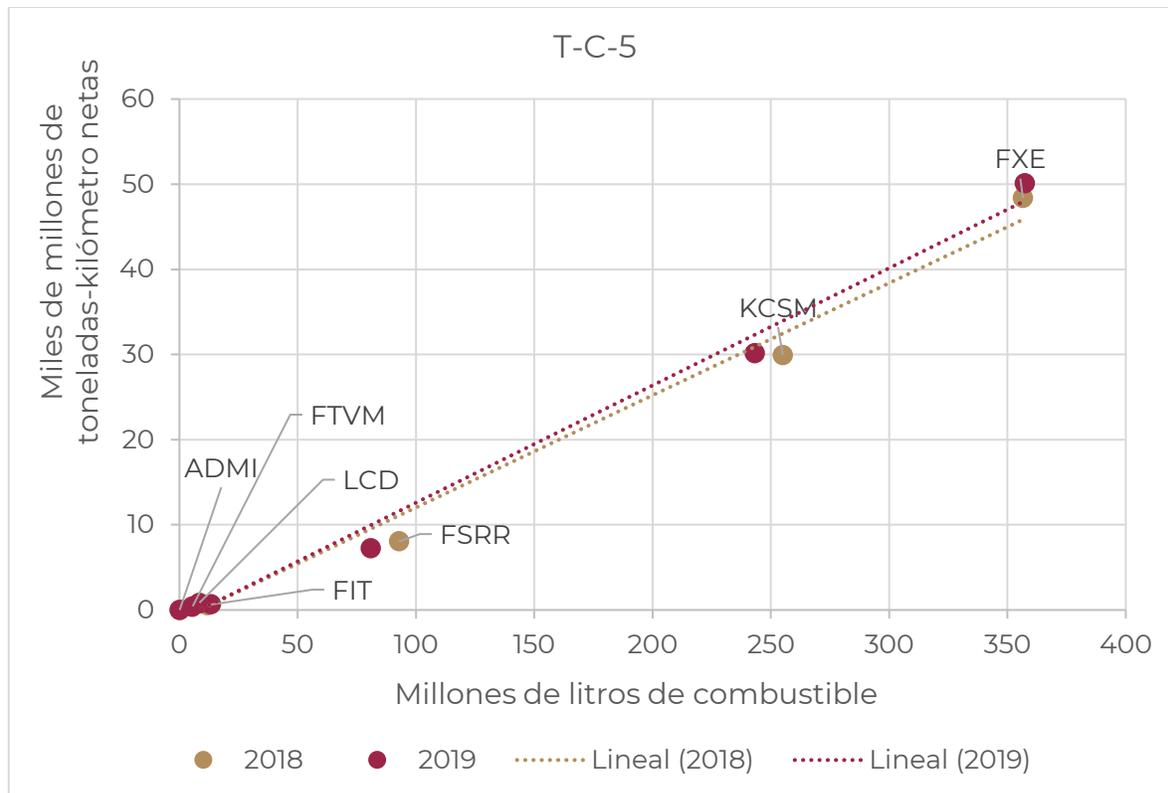


Rendimiento de combustible

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-5	C	Rendimiento de combustible
Objetivo	Conocer la cantidad de toneladas-kilometro generadas por el transporte de mercancías por cada litro de combustible consumido.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre las toneladas y el consumo de combustible de cada concesionario. Permite conocer el aprovechamiento del combustible utilizado.	
Desagregación de la información		Grupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Técnico
		Subgrupo
		Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo las toneladas kilómetro netas entre el consumo de combustible.		
$T - C - 5 = \frac{\text{Toneladas - kilómetro netas}}{\text{Consumo de combustible}}$		
Particularidades:		
Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.		
Consumo de combustible: Numero de litros de combustible consumidos en el transporte de carga y patio.		
Dato	Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento de combustible ($T - C - 5$) - Toneladas-kilómetro netas - Consumo de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Toneladas-km por Litro - Toneladas-km - Litros 	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Rendimiento de combustible (T – C – 5) [Toneladas-km / Litro]				
Concesionario / Asignatario	2016	2017	2018	2019
FXE	123	131	135.74	140.19
SFM*	114	117	120.85	126.13
KCSM	112	112	117.39	124.03
LCD	100	100	100.38	95.20
FSRR	88	90	86.83	89.67
FTVM	-	-	79.19	71.12
FIT	63	54	48.74	50.47
ADMI	29	31	32.97	31.90

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de toneladas-kilómetro netas del SFM entre el total del combustible consumido en el SFM.

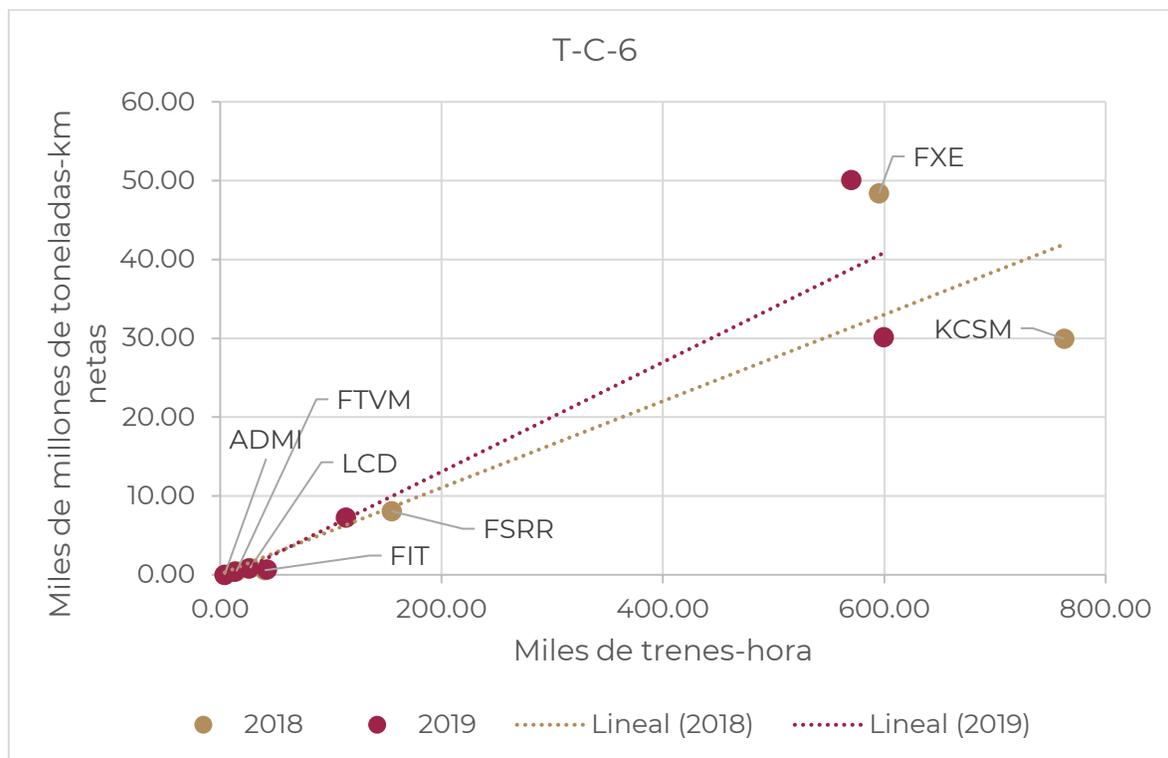


Toneladas-kilómetro por tren-hora

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-C-6	C	Toneladas-kilómetro por tren-hora	
Objetivo	Conocer el movimiento de la carga en un tren en función de los trenes-hora.		
Descripción	Este indicador refleja a la vez el número de toneladas desplazadas y la distancia recorrida durante una hora promedio de la operación de un tren de carga.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Técnico	Capacidad
Disponibilidad			
Sí ✓	No	Parcial	
Fuente de la información			
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 			
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo	
Mensual	2018	2019	
Metodología de cálculo			
Este indicador se calcula dividiendo las toneladas-kilómetro netas entre los trenes hora.			
$T - C - 6 = \frac{\text{Toneladas - kilómetro netas}}{\text{Trenes - hora}}$			
Particularidades:			
<p>Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.</p>			
<p>Trenes-hora: se calcula considerando el total de horas transcurridas en el recorrido de los trenes de carga en camino.</p>			
Dato		Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> - Toneladas-kilómetro por tren-hora ($T - C - 6$) - Toneladas-kilómetro netas - Trenes hora 		<ul style="list-style-type: none"> - Toneladas-km / tren-hora - Toneladas-kilómetro - Trenes-hora 	
Observaciones			
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.			

Toneladas-kilómetro por tren-hora ($T - C - 6$) [Toneladas-kilómetro netas / Tren-hora]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	81,298.61	87,856.21
SFM*	55,218.43	65,285.39
FSRR	52,038.30	63,835.14
KCSM	39,264.04	50,295.30
LCD	31,485.74	30,590.78
FTVM	30,204.11	29,458.76
FIT	14,310.93	15,848.98
ADMI	848.78	743.63

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de toneladas-kilómetro netas del SFM entre el total del trenes-hora del SFM.

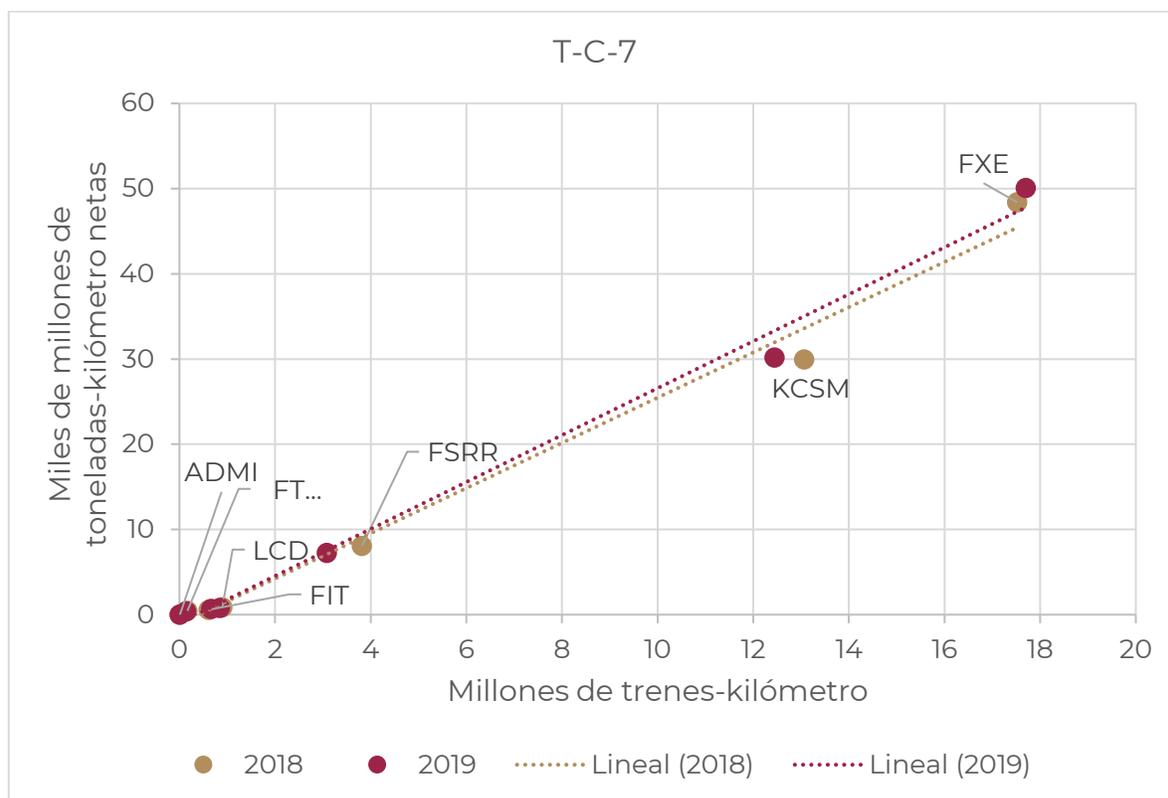


Carga por tren

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-7	C	Carga por tren
Objetivo	Permite conocer la carga promedio de los trenes.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre las toneladas-kilómetro y los trenes-kilómetro, obteniendo un estimado de la carga promedio que se transporta en un tren.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario - Por vía concesionada	Técnico	Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo las toneladas-kilómetro netas entre los trenes-kilómetro.		
$T - C - 7 = \frac{\text{Toneladas - kilómetro netas}}{\text{Trenes - kilómetro}}$		
Particularidades:		
Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.		
Trenes-kilómetro: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los trenes de carga en camino.		
Dato	Unidad	
- Carga por tren ($T - C - 7$) - Toneladas-kilómetro netas - Trenes kilómetro	- Toneladas / Tren - Toneladas-km - Trenes-km	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Carga por tren (T – C – 7) [Toneladas / Tren]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	2,762.58	2,829.76
FTVM	2,667.03	2,695.10
SFM*	2,445.77	2,561.12
KCSM	2,291.13	2,423.45
FSRR	2,111.45	2,354.62
FIT	937.62	1,007.78
LCD	947.68	938.43
ADMI	336.47	313.76

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de toneladas-kilómetro netas del SFM entre el total trenes-kilómetro de carga del SFM.



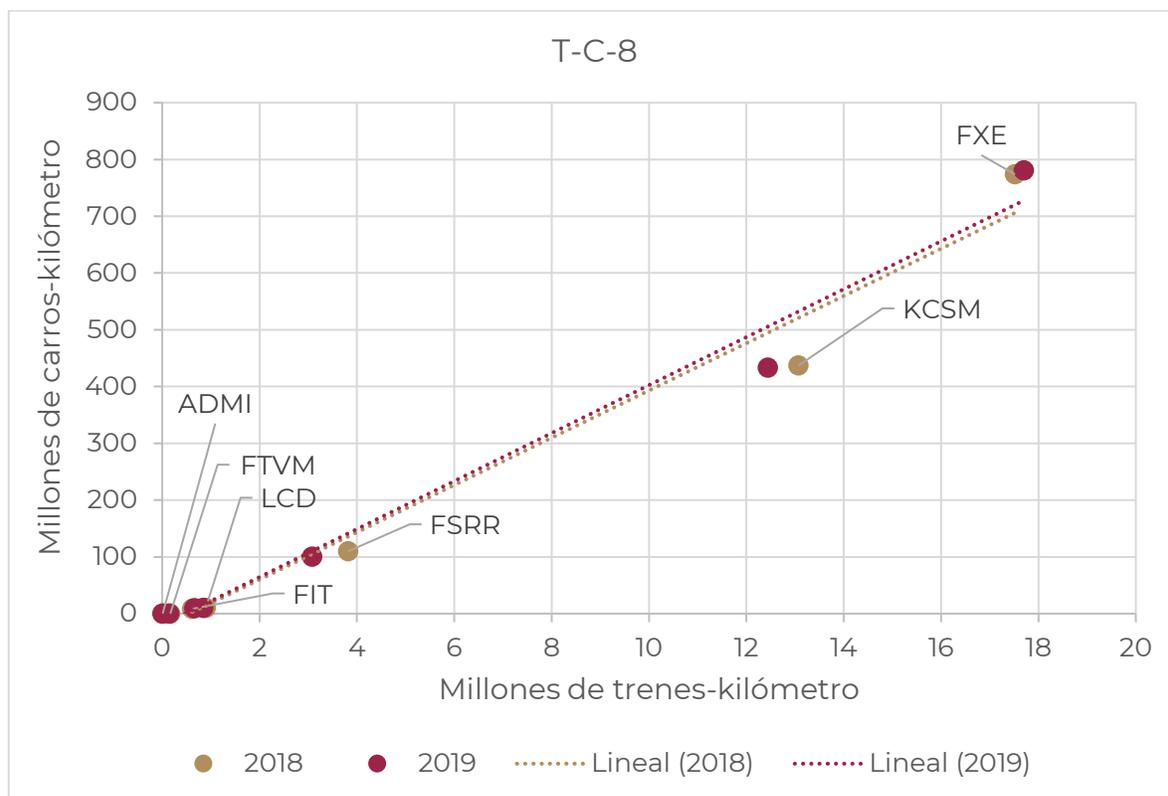
Razón carros-trenes

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-8	C	Razón carros-trenes
Objetivo	Conocer la relación entre los carros cargados y trenes armados.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre carros kilómetro y trenes kilómetro de cada concesionario, obteniendo una estimación del número de carros cargados por tren.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario - Por vía concesionada	Técnico	Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo los carros kilómetro entre trenes-kilómetro.		
$T - C - 8 = \frac{\text{Carros - kilómetro cargados}}{\text{Trenes - kilómetro}}$		
Particularidades:		
Carros-kilómetro cargados: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los carros cargados.		
Trenes-kilómetro: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los trenes de carga en camino.		
Dato	Unidad	
- Razón carros-trenes ($T - C - 8$) - Carros-kilómetro cargados - Trenes-kilómetro	- Carros / Tren - Carros-km - Trenes-km	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Razón carros-trenes ($T - C - 8$) [Carros / Tren]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	44.17	44.11
SFM*	37.11	38.23
KCSM	33.44	34.79
FSRR	28.75	32.57
FIT	13.66	14.32
LCD	11.54	11.75
ADMI	4.66	4.17
FTVM**	0.15	0.13

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de carros-kilómetro cargados del SFM entre el total de trenes-kilómetro del SFM.

** Al ser Ferrovial una terminal su resultado es muy distinto al obtenido con los demás concesionarios.



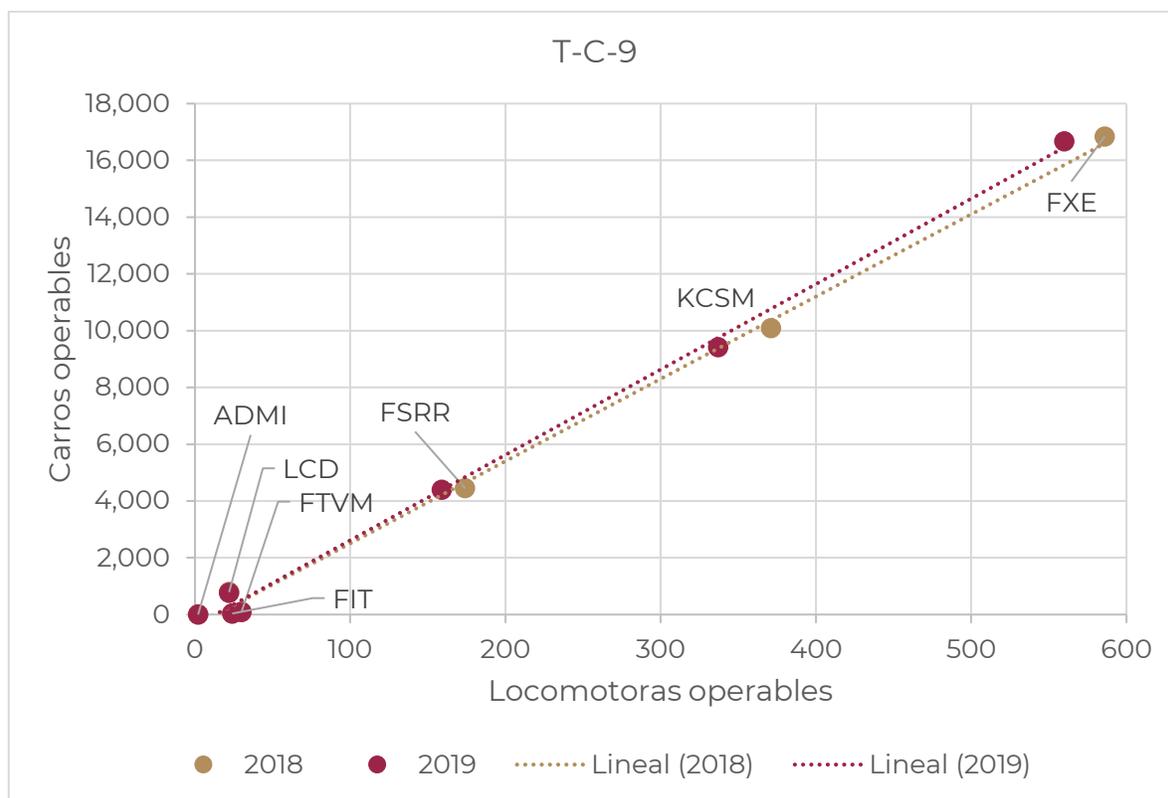
Promedio de carros por locomotora

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-9	C	Promedio de carros por locomotora
Objetivo	Conocer la relación entre los carros y locomotoras disponibles.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre carros y locomotoras de cada concesionario, obteniendo una relación promedio de la capacidad instalada de cada concesionario, es decir, el número de carros por locomotora disponibles. Sin embargo, aunque algún concesionario no tenga carros, puede seguir operando porque los carros funcionan como una flota global y puede ser intercambiados entre concesionarios.	
Desagregación de la información		Grupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Técnico
		Subgrupo
		Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 		
Periodicidad		Primer periodo
Mensual		2018
		Último Periodo
		2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el número de carros operables entre el número de locomotoras operables.		
$T - C - 9 = \frac{\text{Carros operables}}{\text{Locomotoras operables}}$		
Particularidades:		
Carros operables: se calculan considerando el total de carros operables que ha reportado cada concesionario/asignatario.		
Locomotoras operables: se calculan considerando el total de locomotoras operables que ha reportado cada concesionario/asignatario.		
Dato		Unidad
<ul style="list-style-type: none"> - Promedio de carros por locomotora ($T - C - 9$) - Carros operables - Locomotoras 		<ul style="list-style-type: none"> - Carros/Locomotora - Carros - Locomotoras
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Promedio de carros por locomotora ($T - C - 9$) [Carros/Locomotora]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
LCD	35.91	34.59
FXE	28.73	29.77
KCSM	27.19	27.93
FSRR	25.57	27.65
SFM*	26.68	27.63
FTVM	2.90	2.90
FIT	1.50	1.50
ADMI	0.00	0.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de carros operables del SFM entre el total de locomotoras operables del SFM.

Se reitera que esta capacidad instalada no es limitante para los concesionarios dado que todos los carros forman parte de una flota global. Por medio de las reglas de intercambio todos pueden operar, a pesar de carecer de equipo de arrastre.

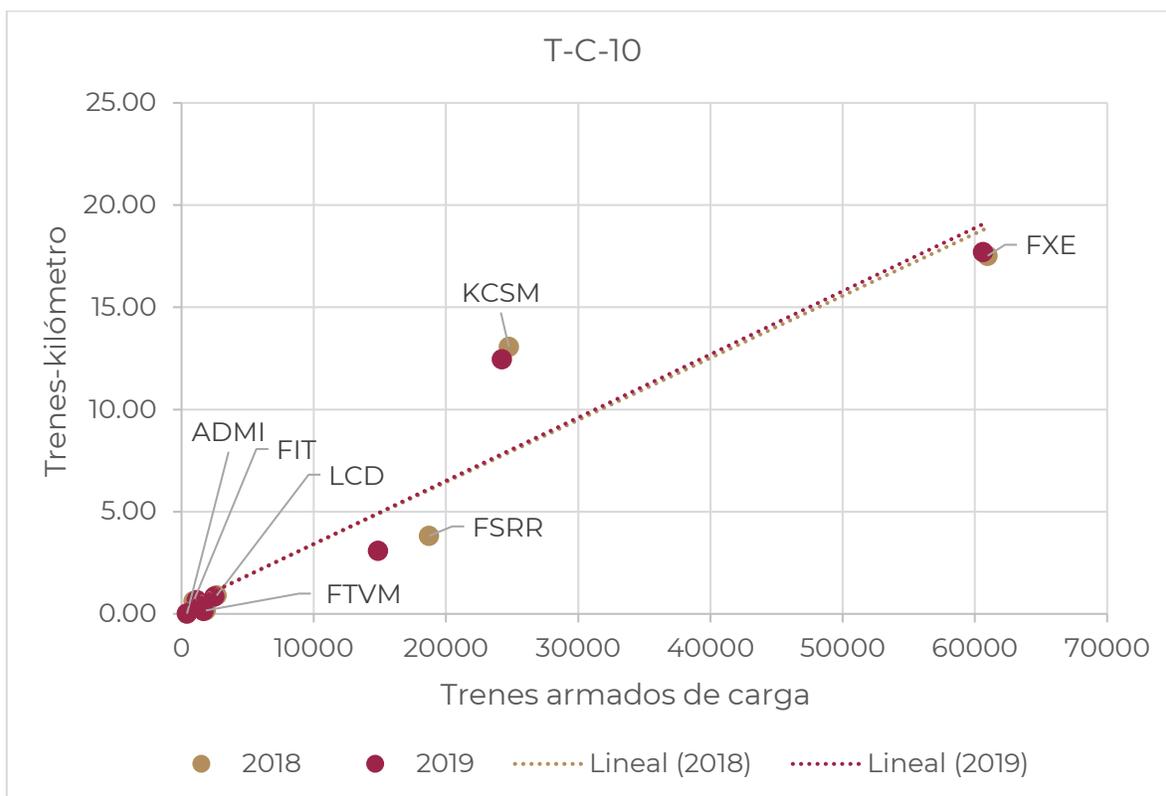


Promedio de longitud de arrastre por tren

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-10	C	Promedio de longitud de arrastre por tren
Objetivo	Conocer la longitud promedio de arrastre por tren.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre trenes kilómetro y trenes armados de cada concesionario, obteniendo una distancia media de recorrido de cada tren. (No confundir con longitud de tren). Este indicador contempla la distancia de recorrido en camino sin incluir los movimientos de patio.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario - Por vía concesionada	Técnico	Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo los trenes kilómetro entre el total de trenes operables.		
$T - C - 10 = \frac{\text{Trenes - kilómetro}}{\text{Trenes armados de carga}}$		
Particularidades:		
Trenes-kilómetro: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los trenes de carga en camino (no se consideran los movimientos en patio).		
Trenes armados de carga: se calculan considerando el total de trenes armados destinados al movimiento de carga.		
Dato	Unidad	
- Promedio de longitud de arrastre por tren ($T - C - 10$) - Trenes kilómetro - Trenes armados de carga	- Trenes-km /Tren - Trenes-km - Trenes	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Promedio de longitud de arrastre por tren (T-C-10) [Trenes-km /Tren]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	676.50	577.27
KCSM	527.90	513.67
LCD	337.71	341.27
SFM*	327.36	331.05
FXE	287.38	292.11
FSRR	203.94	207.43
FTVM	90.60	84.73
ADMI	23.90	23.70

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de trenes-kilómetro del SFM entre el total trenes armados de carga del SFM.

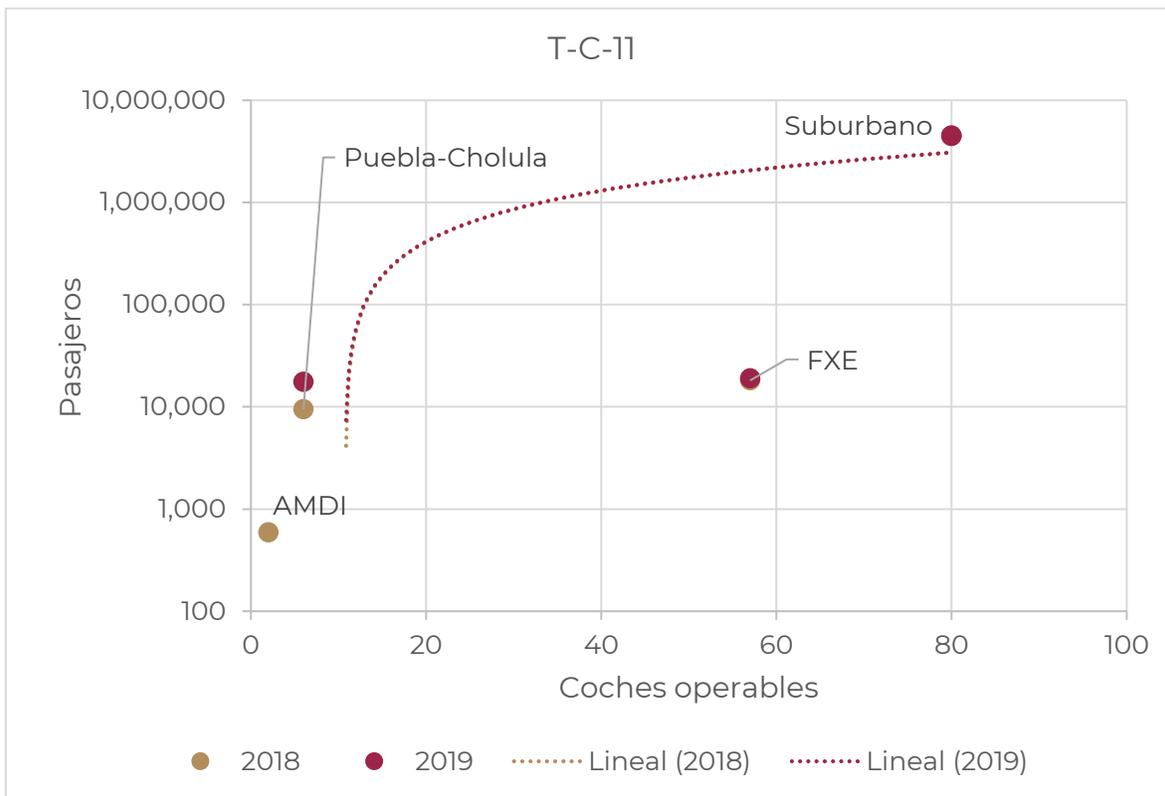


Pasajeros por coche

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
T-C-11	P	Pasajeros por coche	
Objetivo	Conocer la relación entre los pasajeros y coches de pasajeros.		
Descripción	Este indicador mide el cociente entre el total de pasajeros transportados y coches de pasajeros de cada concesionario, obteniendo una razón entre los pasajeros y coches operables.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Técnico	Capacidad
Disponibilidad			
Sí ✓		No	Parcial
Fuente de la información			
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 			
Periodicidad		Primer periodo	Último Periodo
Mensual		2018	2019
Metodología de cálculo			
<p>Este indicador se calcula dividiendo el total de pasajeros transportados entre el total de coches de pasajeros.</p> $T - C - 11 = \frac{\text{Total de pasajeros}}{\text{Coches de pasajeros}}$ <p>Particularidades:</p> <p>Coches de pasajeros: se calculan considerando el total de coches operables destinados para la movilización de pasajeros.</p>			
Dato		Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros por carro ($T - C - 11$) - Total de pasajeros - Coches de pasajeros 		<ul style="list-style-type: none"> - Pasajeros/Coche - Pasajeros - Coches 	
Observaciones			
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.			

Pasajeros por coche (T – C – 11) [Pasajeros/Coche]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
Suburbano	59,848.56	59,517.01
SFM*	34,175.78	33,052.30
Puebla-Cholula	1,255.46	2,241.35
FXE	331.18	311.64
ADMI	87.17	5.83

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de pasajeros del SFM entre el total coches operables del SFM.

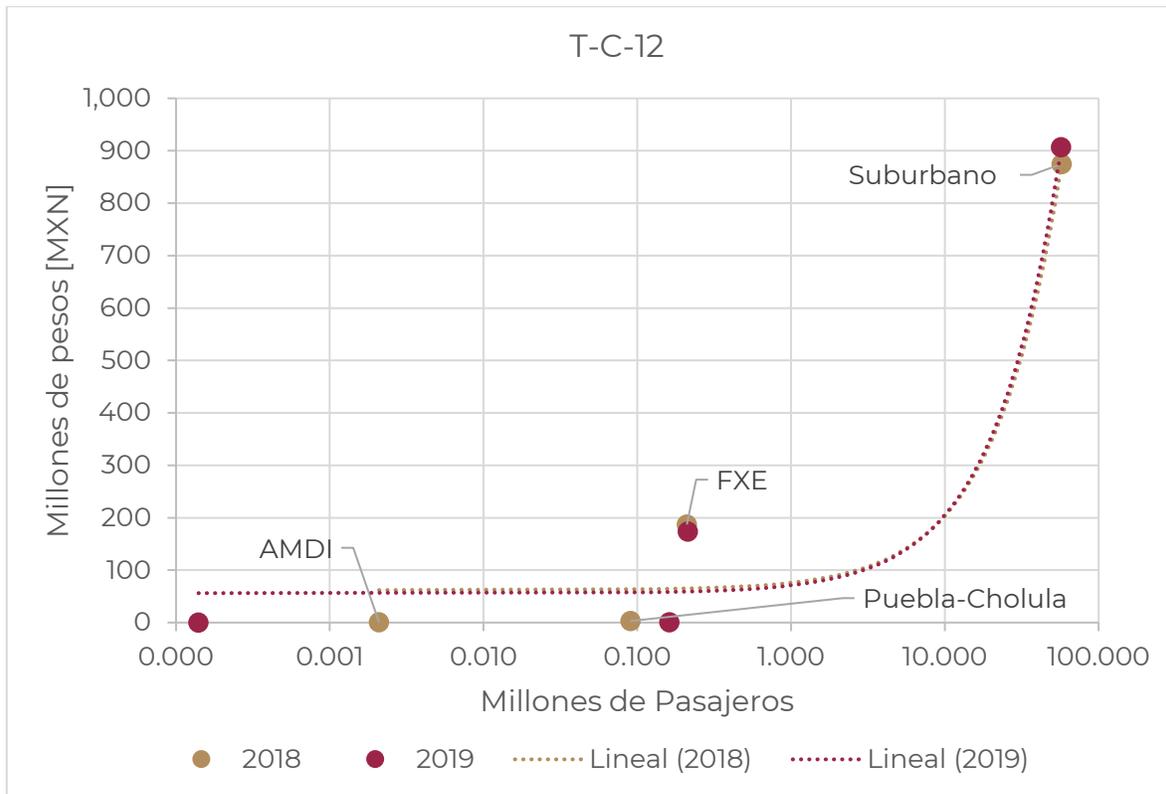


Ingreso por pasajeros

Clave	Tipo de transporte	Indicador
T-C-12	P	Ingreso por pasajeros
Objetivo	Conocer la relación entre los pasajeros y el ingreso.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre el total de pasajeros transportados y el ingreso de cada concesionario, obteniendo una razón promedio de ingresos por pasajero.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario - Por vía concesionada	Técnico	Capacidad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el total de pasajeros transportados entre el total de ingresos por pasajeros.		
$T - C - 12 = \frac{\text{Ingresos por pasajeros}}{\text{Total de pasajeros}}$		
Dato	Unidad	
- Ingreso por pasajero ($T - C - 12$) - Ingresos por pasajeros - Total de pasajeros	- Pesos MXN/Pasajero - Pesos MXN - Pasajeros	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Ingreso por pasajero ($T - C - 12$) [Pesos MXN/Pasajero]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	890.75	814.29
SFM*	18.44	18.80
Suburbano	15.23	15.87
Puebla-Cholula	32.40	2.79
ADMI	204.88	0.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total ingresos por pasajeros del SFM entre el total pasajeros del SFM.





INDICADORES ECONÓMICOS

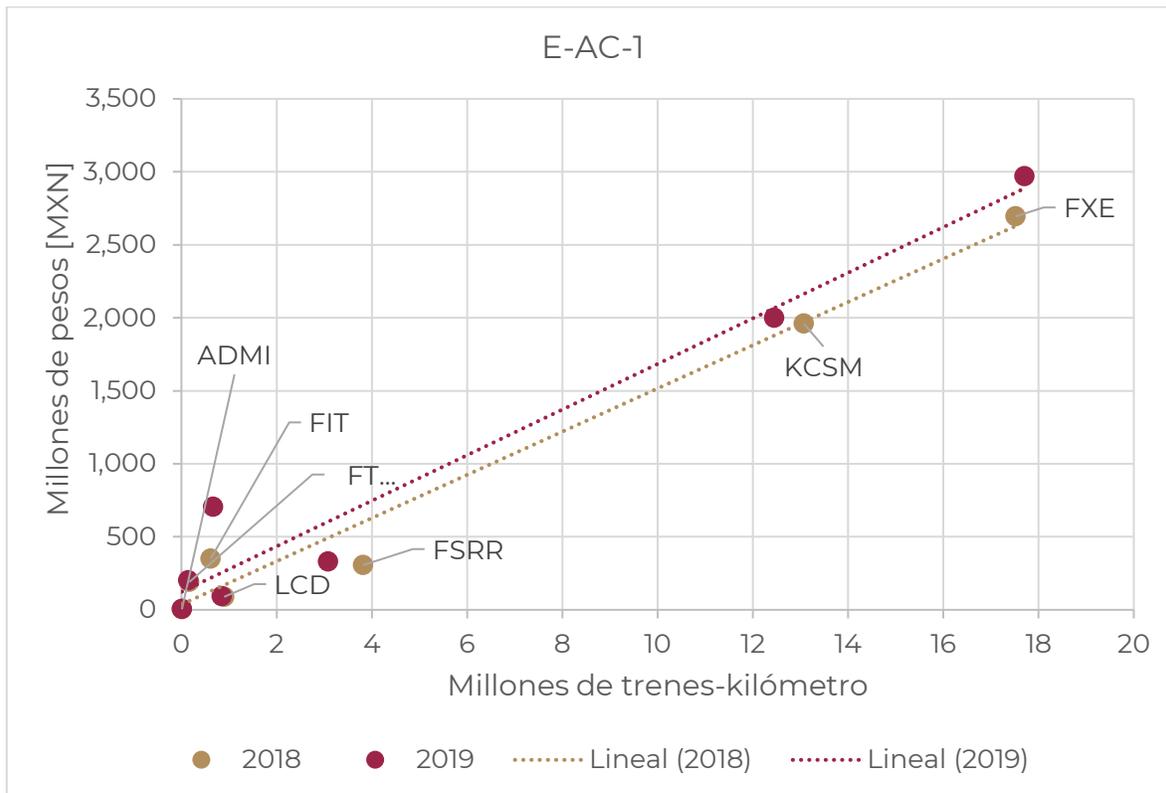
SUBGRUPO: ASIGNACIÓN DEL COSTO

Costo de mantenimiento a vía por tren-km

Clave	Tipo de transporte	Indicador
E-AC-1	C	Costo de mantenimiento a vía por tren-kilómetro
Objetivo	Conocer lo que se gasta en mantenimiento a vía por tren-kilómetro.	
Descripción	Este indicador mide el cociente del costo de mantenimiento a vía y los trenes kilómetro, para saber cuánto se invierte en mantenimiento en función de la distancia recorrida por los trenes.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario	Económico	Asignación del costo
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se obtiene dividiendo el costo de mantenimiento total entre trenes kilómetro.		
$E - AC - 1 = \frac{\text{Costo de mantenimiento a vía}}{\text{Trenes - kilómetro}}$		
Trenes-kilómetro: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los trenes de carga en camino (no se consideran los movimientos en patio).		
Dato	Unidad	
- Costo de mantenimiento a vía por tren kilómetro ($E - AC - 1$)	- Pesos MXN / Tren-km	
- Costo de mantenimiento total	- Pesos MXN	
- Trenes-kilómetro	- Trenes-km	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Costo de mantenimiento a vía por tren kilómetro (E – AC – 1) [Pesos MXN / Tren-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FTVM	860.67	1,148.64
FIT	569.94	1,060.93
ADMI	403.06	546.33
SFM*	89.05	101.74
LCD	85.91	101.01
FSRR	74.78	100.06
KCSM	103.89	98.83
FXE	56.86	59.49

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de costo de mantenimiento a vía del SFM entre el total trenes-kilómetro de carga del SFM.



SUBGRUPO: EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

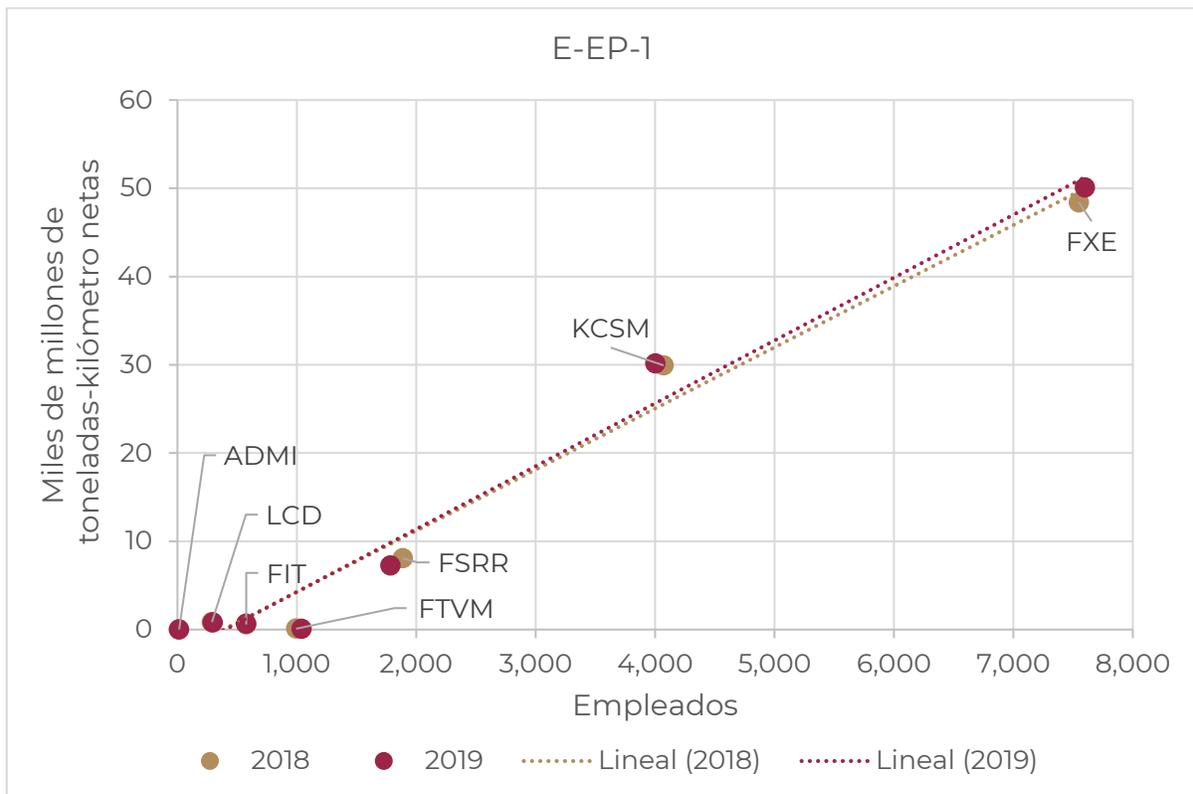
Carga total por empleado

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
E-EP-1	C	Carga total por empleado	
Objetivo	Conocer la carga total transportada por empleado.		
Descripción	La carga total por empleado, como su nombre lo indica, permite conocer las toneladas-kilómetro de mercancías movidas por empleado.		
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo	
- Por concesionario - Por vía concesionada	Económico	Eficiencia y Productividad	
Disponibilidad			
Sí ✓	No	Parcial	
Fuente de la información			
- Concesionarios/asignatarios del SFM			
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo	
Mensual	2018	2019	
Metodología de cálculo			
Este indicador se obtiene dividiendo las toneladas-kilómetro totales entre el número de empleados.			
$E - EP - 1 = \frac{\text{Toneladas - kilómetro netas}}{\text{Número de empleados}} \times 10^{-6}$			
Particularidades:			
Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.			
Dato	Unidad		
- Carga total por empleado (E - EP - 1)	- Millones de Toneladas-km / Empleado		
- Toneladas kilómetro netas.	- Toneladas-km		
- Promedio de empleados.	- Empleados		
Observaciones			
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.			

Carga total por empleado (E – EP – 1) [Millones de Toneladas-km / Empleado]				
Concesionario/Asignatario	2016	2017	2018	2019
KCSM	7.65	7.44	7.35	7.53
FXE	6.20	6.02	6.41	6.59
SFM*	6.05	6.02	5.74	5.84
FSRR	4.34	4.61	4.27	4.07
LCD	3.15	2.68	2.94	2.69
FIT	1.09	1.01	1.00	1.16
FTVM**	-	-	0.45	0.37
ADMI	0.15	0.10	0.24	0.22

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de toneladas-kilómetro netas del SFM entre el número de empleados del SFM.

** Algunos empleados de Ferrovial trabajan en servicios auxiliares, lo cual no se ve reflejado directamente en un incremento en toneladas-kilómetro netas.



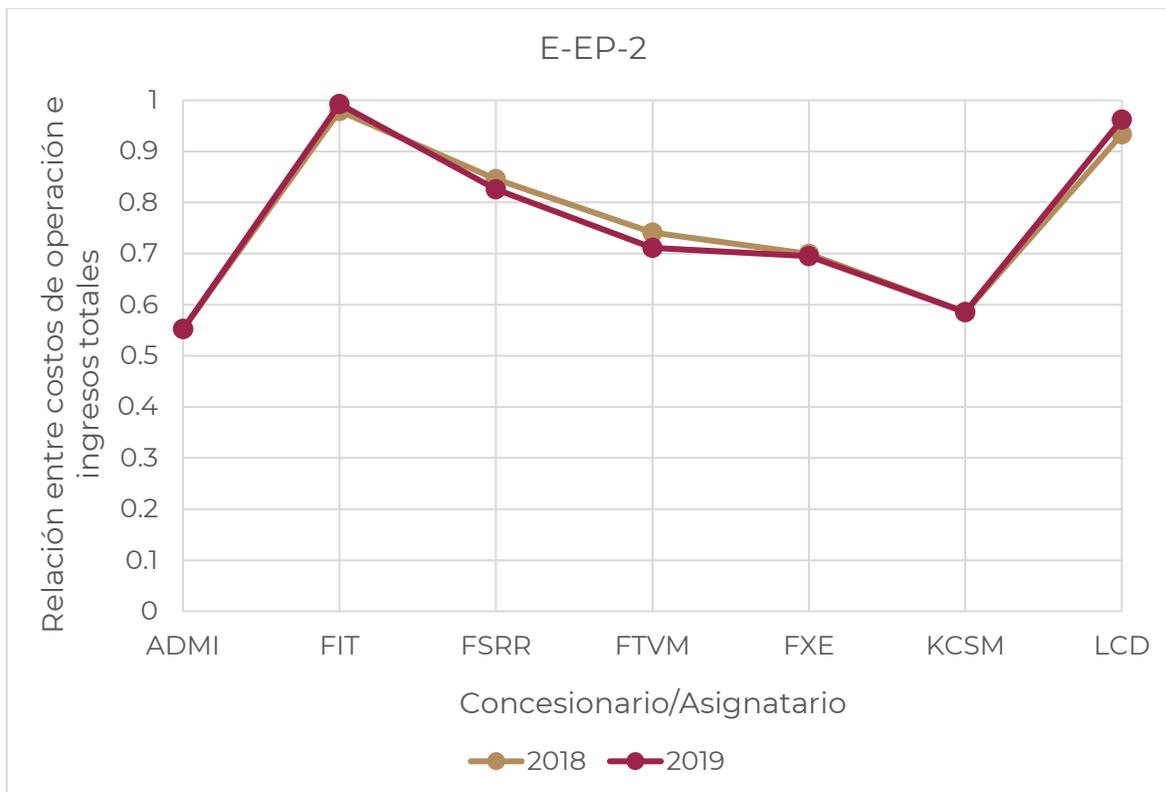
Relación entre costos de operación e ingresos totales

Clave	Tipo de transporte	Indicador
E-EP-2	C	Relación de ingresos totales y costo de operación
Objetivo	Conocer la relación entre los costos de operación y los ingresos por la carga.	
Descripción	La relación de ingreso por flete y los costos de operación nos permite conocer cuánto gasta el concesionario/asignatario para obtener un peso de ingreso.	
Desagregación de la información		Grupo
<ul style="list-style-type: none"> - Por concesionario - Por vía concesionada 		Económico
		Subgrupo
		Eficiencia y Productividad
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
<ul style="list-style-type: none"> - Concesionarios/asignatarios del SFM 		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se obtiene dividiendo los costos totales de operación entre los ingresos totales.		
$E - EP - 2 = \frac{\text{Costos totales de operación}}{\text{Ingresos totales}}$		
Dato		Unidad
<ul style="list-style-type: none"> - Relación entre costos de operación e ingresos totales ($E - EP - 2$) - Costos totales de operación - Ingresos totales 		<ul style="list-style-type: none"> - Adimensional - Pesos MXN - Pesos MXN
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos. En el caso de Ferromex y Ferrosur, únicamente se recibió el valor del indicador y no los datos fuente para calcularlo.		

Relación entre costos de operación e ingresos totales ($E - EP - 2$) [Adimensional]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	0.98	0.99
LCD	0.93	0.96
FSRR*	0.85	0.83
FTVM	0.74	0.71
FXE*	0.70	0.69
SFM**	0.61	0.61
KCSM	0.59	0.59
ADMI	0.55	0.55

* El indicador de Ferromex y Ferrosur se presentó en la forma en que fue reportado a la ARTF.

** Debido a que Ferromex y Ferrosur únicamente entregaron el valor del indicador y no los datos fuente, el cálculo del valor del SFM sólo considera a FIT, LCD, FTVM, KCSM y Admicarga.

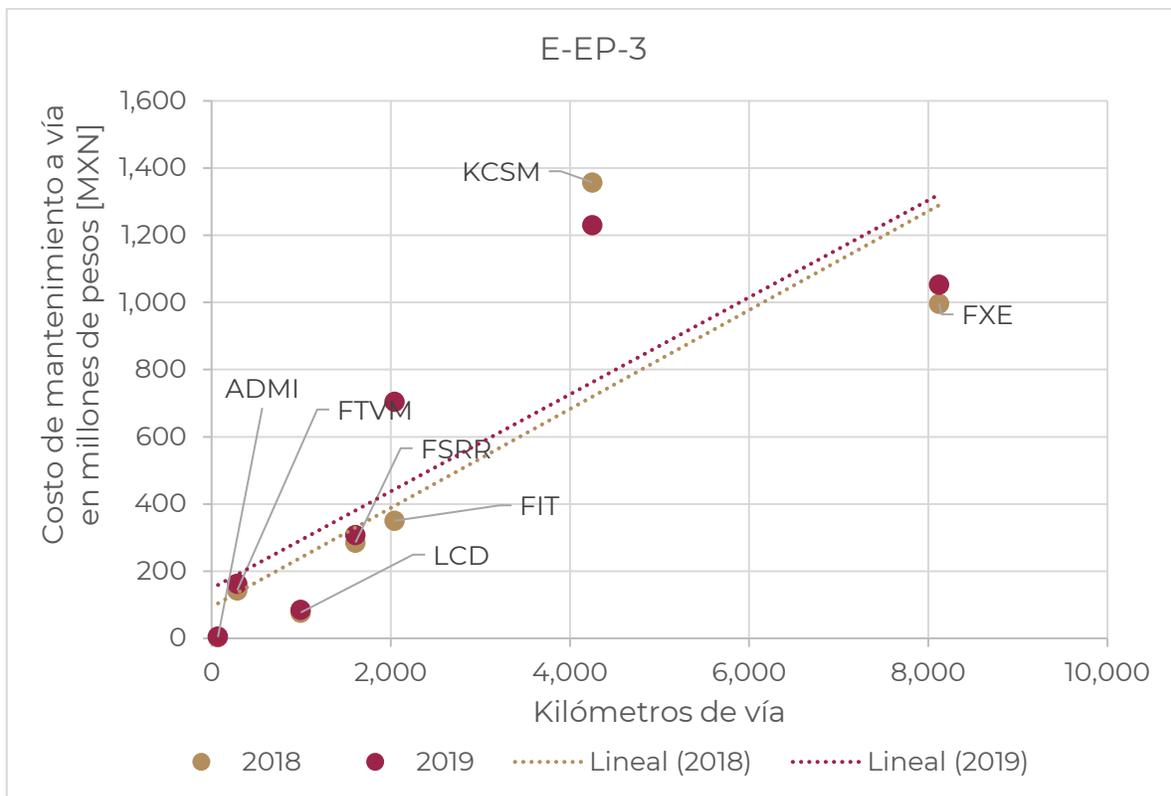


Mantenimiento de vía

Clave	Tipo de transporte	Indicador
E-EP-3	C	Mantenimiento de vía
Objetivo	Conocer la relación entre el mantenimiento a vía y los kilómetros de vía concesionados.	
Descripción	Este indicador mide el cociente entre la inversión de mantenimiento realizada y los kilómetros de vía concesionados a cada concesionario.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario - Por vía concesionada	Económico	Administrativo
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el total de la inversión en mantenimiento entre el total de kilómetro de vías concesionadas.		
$E - EP - 3 = \frac{\text{Costo de mantenimiento a vía}}{\text{Kilómetros de vía concesionados}}$		
Particularidades:		
<p>Costo de mantenimiento a vía: Costo de mantenimiento a vía, considerando conceptos como programa de rehabilitación, cambio de riel y durmiente, túneles, reforzamiento de terracerías, cambios de vía, etc.</p>		
<p>Kilómetros de vía concesionados: se suman los kilómetros establecidos en los títulos de concesión/asignación, así como sus modificaciones, para cada vía concesionada.</p>		
Dato	Unidad	
- Mantenimiento de infraestructura ($E - EP - 3$)	- Pesos MXN / Km	
- Costo de mantenimiento a vía	- Pesos MXN	
- Kilómetros de vía	- Km	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Mantenimiento de vía (E – EP – 3) [Pesos MXN/Km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	171,279.11	344,877.95
KCSM	319,424.64	289,414.34
FTVM	228,640.23	259,617.58
SFM*	181,397.14	200,362.33
FSRR	177,701.60	191,838.12
FXE	122,656.69	129,660.69
LCD	77,311.22	85,733.02
ADMI	56,036.32	74,224.31

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de costo de mantenimiento a vía del SFM entre el total de kilómetros de vía concesionada del SFM.

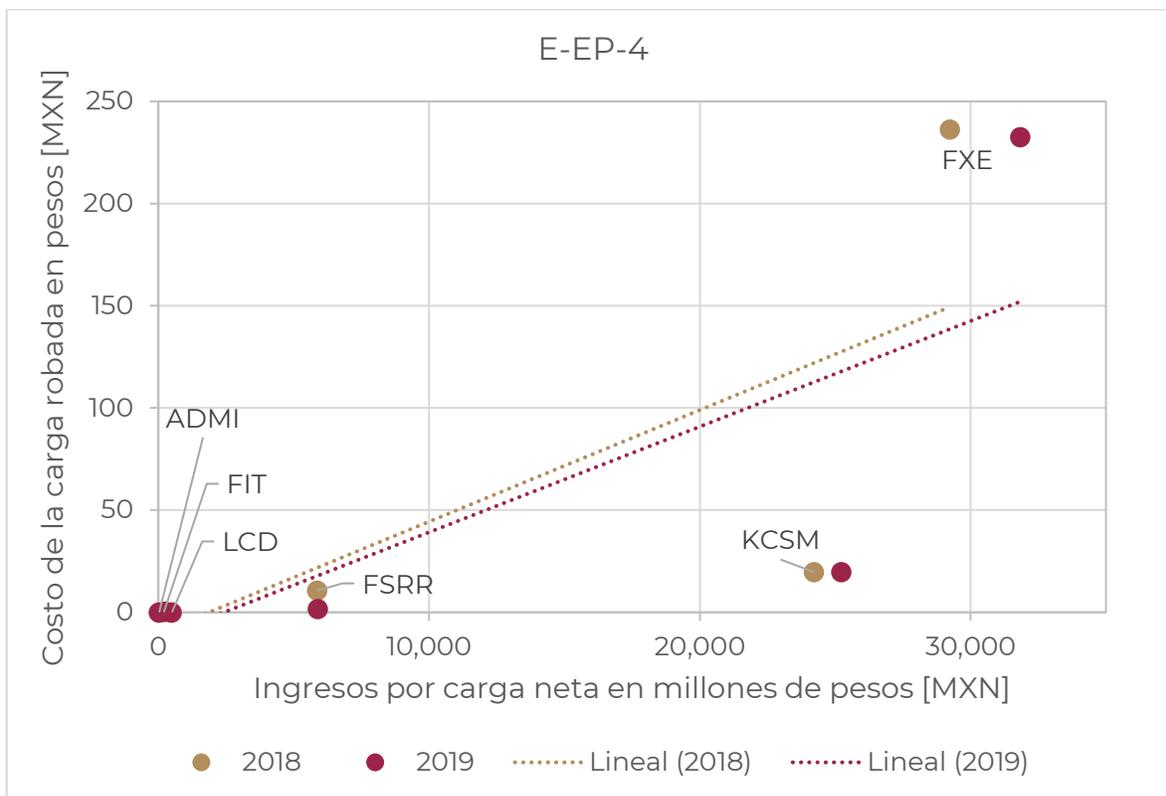


Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete

Clave	Tipo de transporte	Indicador
E-EP-4	C	Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete
Objetivo	Conocer la relación entre el costo de carga robada y los ingresos totales de la carga.	
Descripción	Este indicador busca la proporción entre el costo de la carga robada y el ingreso por flete de carga.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario - Por vía concesionada	Económico	Administrativo
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el costo total de la carga robada entre los ingresos por carga total y multiplicando el resultado por un millón.		
$E - EP - 4 = \frac{\text{Costo de carga robada}}{\text{Ingresos por carga neta}} \times 10^6$		
Particularidades:		
<p>Ingreso por carga total neta: se calcula considerando el ingreso por el traslado de mercancías para los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar los atribuidos al cobro por el traslado del equipo de arrastre y tractivo, clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.</p>		
Dato	Unidad	
- Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete ($E - EP - 4$)	- Pesos MXN/Millón de Pesos MXN	
- Costo de carga robada	- Pesos MXN	
- Ingresos por carga total neta.	- Pesos MXN	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Relación del costo de las pérdidas y el ingreso por flete ($E - EP - 4$) [Pesos MXN/Millón de Pesos MXN]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	8,082.29	7,306.68
SFM*	4,431.57	3,984.82
FIT	285.12	1,587.58
KCSM	811.26	779.27
FSRR	1,809.49	280.29
ADMI	0.00	0.00
FTVM	0.00	0.00
LCD	0.00	0.00

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total del costo de la carga robada en el SFM entre los ingresos por carga neta del SFM.



Tiempo de espera en terminales

Clave	Tipo de transporte	Indicador	
E-EP-5	C	Tiempo de espera en terminales	
Objetivo	Conocer el tiempo promedio en que un carro permanece en una terminal.		
Descripción	Este indicador es una medición a nivel de carro. El tiempo de espera en terminal comienza con la una liberación del cliente, un intercambio recibido, o un enveto de llegada, y termina con una colocación del cliente, un intercambio entregado, o un evento de salida. Cabe mencionar que no se toman en cuenta los carros de un tren que sólo pasa por la terminal, pero no permanecen en ésta, ni tampoco los que tienen desperfectos ni los que se encuentran en labores de mantenimiento.		
Desagregación de la información		Grupo	Subgrupo
- Por concesionario		Económico	Administrativo
Disponibilidad			
Sí ✓		No	Parcial
Fuente de la información			
- Concesionarios/asignatarios del SFM			
Periodicidad		Primer periodo	Último Periodo
Anual		2018	2019
Metodología de cálculo			
Este indicador lo entregan los concesionarios directamente en unidades de tiempo. Se calcula dividiendo el total de horas que los carros pasan en la estación divididos por el total de carros contabilizados, únicamente para los carros que cumplen el criterio establecido.			
Dato		Unidad	
- Tiempo de espera en estaciones (E – EP – 5)		- horas	
Observaciones			
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.			
Este indicador se solicitó en la última etapa de la generación del reporte, es por ello que la presentación de este indicador significó un esfuerzo muy grande para los concesionarios y, en algunos casos, no fue posible contar con la información.			

Tiempo de espera en terminales ($E - EP - 5$) [horas]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
SFM*	35.85	31.93
FIT	35.00	36.00
ADMI	35.00	35.00
KCSM	45.30	29.60
FXE	28.10	27.12
LCD	ND	ND
FSRR	ND	ND
FTVM	ND	ND

* El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores reportados por los concesionarios/asignatarios del SFM, excluyendo a los valores no disponibles ND. Cabe mencionar que, por ser un indicador que se trabajó al final de la realización del presente, aún no se logró homologar los criterios de todos los concesionarios. Sin embargo, en futuras ediciones del SNIF, se trabajará en aras de la homologación de criterios.

Longitud promedio de trenes

Clave	Tipo de transporte	Indicador
E-EP-6	C	Longitud promedio de trenes
Objetivo	Conocer la longitud promedio de los trenes de cada concesionario	
Descripción	Este indicador es una medición a nivel de tren que proporciona un promedio de la longitud de los trenes en el SFM, lo cual permite un mejor dimensionamiento del movimiento de carga.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario	Económico	Administrativo
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador lo entregan los concesionarios directamente en unidades de longitud. Se calcula dividiendo la suma de longitudes totales de los trenes entre la cantidad de trenes armados de carga.		
Dato	Unidad	
- Longitud promedio de trenes (E – EP – 6)	- metros	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos. Este indicador se solicitó en la última etapa de la generación del reporte, es por ello que la presentación de este indicador significó un esfuerzo muy grande para los concesionarios y, en algunos casos, no fue posible contar con la información.		

Longitud promedio de trenes ($E - EP - 7$) [metros]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	1803	1847
KCSM	1605	1744
FSRR	1327	1428
SFM*	1012	1044
FIT	607	577
LCD	400	400
ADMI	331	266
FTVM	ND	ND

* El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores reportados por los concesionarios /asignatarios del SFM, excluyendo a los valores no disponibles ND.

Para las personas interesadas en relacionar la longitud promedio de trenes y el número de carros por tren, se puede tomar como referencia que un carro tiene una longitud aproximada de 22 metros. De esta manera, al dividir el valor de la longitud promedio de trenes entre 22, se obtiene una estimación aproximada del número de carros por tren.

Kilómetros por carro por día

Clave	Tipo de transporte	Indicador
E-EP-7	C	Kilómetros por carro por día
Objetivo	Conocer el promedio de kilómetros que recorre cada carro diariamente	
Descripción	Este indicador es una medición a nivel de carro que proporciona un promedio del número de kilómetros que recorre un carro en un día. Este indicador es una medida de la velocidad a la que se mueven los carros expresada por carros-km por carros-día.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario	Económico	Administrativo
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador lo entregan los concesionarios directamente en unidades de velocidad. Se calcula dividiendo la suma de kilómetros totales recorridos por los carros en un año entre el número de carros-hora expresado en días.		
Dato	Unidad	
Kilómetros por carro por día (E – EP – 7)	- km/día	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos. No se tiene la información para Ferrovale, ni para Ferrosur de 2018.		
Este indicador se solicitó en la última etapa de la generación del reporte, es por ello que la presentación de este indicador significó un esfuerzo muy grande para los concesionarios y, en algunos casos, no fue posible contar con la información.		

Kilómetros por carro por día ($E - EP - 7$) [km/día]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FXE	244.63	257.81
FSRR	ND	164.26
KCSM	131.47	161.57
SFM*	97.92	120.15
FIT	15.58	17.10
LCD	0.00	0.00
ADMI	ND	ND
FTVM	ND	ND

* El cálculo del valor del SFM se generó con el promedio de los valores reportados por los concesionarios /asignatarios del SFM, excluyendo a los valores no disponibles ND. Cabe mencionar que, por ser un indicador que se trabajó al final de la realización del presente, aún no se logró homologar los criterios de todos los concesionarios. Sin embargo, en futuras ediciones del SNIF, se trabajará en aras de la homologación de criterios.



INDICADORES DE SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE

SUBGRUPO: SEGURIDAD FERROVIARIA

Muertes y lesiones

Clave	Tipo de transporte	Indicador
S-SF-1	C	Muertes y lesiones
Objetivo	Conocer el número de muertes y lesiones reportadas en las vías concesionadas derivados de un siniestro, independiente de si es interno (empleado de la compañía) o externo.	
Descripción	En el sistema ferroviario ocurren accidentes que dejan personas heridas o muertas. Este indicador muestra el número de decesos y lesiones reportadas durante el trimestre.	
Desagregación de la información		Grupo
- Por concesionario		Salud, seguridad y ambiente
		Subgrupo
		Seguridad Ferroviaria
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el total de muertos y lesionados entre los trenes-kilómetro y multiplicando el resultado por un millón.		
$S - SF - 1 = \frac{\text{Número de muertos y lesionados}}{\text{trenes - kilómetro}} \times 10^6$		
En general, el número de muertos y lesionados está integrado por personas externas a los concesionarios / asignatarios. Los datos fueron tomados del reporte de seguridad trimestral.		
Dato	Unidad	
- Muertes y lesiones (S – SF – 1)	- Muertos y lesionados/ Millón de trenes-km	
- Número de muertos y lesionados	- Muertos y lesionados	
- Trenes-kilómetro	- Trenes-km	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Muertes y lesiones ($S - SF - 1$) [Muertos y lesionados/ Millón de trenes-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FTVM*	173.96	141.01
FIT	11.40	13.55
FXE	5.59	9.26
KCSM	15.15	9.00
SFM**	9.70	8.86
FSRR	4.71	1.30
ADMI	0.00	0.00
LCD	0.00	0.00

* FTVM es una terminal que presenta un número muy bajo de trenes-kilómetro. Esta es la razón por la cual el indicador muestra valores altos. Sin embargo, en números absolutos, el número de muertos y lesionados es bajo.

** Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de muertos y lesionados del SFM entre el total de trenes kilómetro de carga del SFM.

Número de muertos		
Concesionario / Asignatario	Reporte de seguridad 2018	Reporte de seguridad 2019
ADMI	0	0
FIT	2	0
FSRR	6	0
FTVM	8	3
FXE	37	59
KCSM	38	32
LCD	0	0

El número de muertos y lesionados son principalmente externos, derivados de siniestros como pueden ser arrollamiento de personas, arrollamiento a vehículo o descarrilamientos.

Número de lesionados		
Concesionario / Asignatario	Reporte de seguridad 2018	Reporte de seguridad 2019
ADMI	0	0
FIT	5	9
FSRR	12	4
FTVM	21	17
FXE	61	105
KCSM	160	80
LCD	0	0

Arrollamiento de vehículos en cruces a nivel (CAN)

Clave	Tipo de transporte	Indicador
S-SF-2	C	Arrollamiento de vehículos en cruce a nivel
Objetivo	Conocer el número de arrollamientos a vehículos reportados en cruces a nivel.	
Descripción	En el sistema ferroviario existen puntos donde se cruzan las vías del sistema férreo con las vías de tráfico de automóviles, a estos puntos se le llama cruce a nivel. Este indicador nos da a conocer el número de accidentes que ocurren en estos cruces.	
Desagregación de la información	Grupo	Subgrupo
- Por concesionario	Salud, seguridad y ambiente	Seguridad Ferroviaria
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el total de accidentes en cruce a nivel entre los trenes-kilómetro y multiplicando el resultado por un millón.		
$S - SF - 2 = \frac{\text{Arrollamientos a vehículo}}{\text{trenes - kilómetro}} \times 10^6$		
Accidentes en cruce a nivel: número de arrollamientos a vehículo. Los datos fueron recibidos para la elaboración de este reporta.		
Dato	Unidad	
- Accidentes en cruce a nivel (S - SF - 2)	- Accidentes /Millón de trenes-km	
- Número de arrollamientos a vehículo.	- Accidentes	
- Trenes-kilómetro	- Trenes-km	
Observaciones		
No se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Accidentes en cruce a nivel ($S - SF - 2$) [Accidentes en cruce a nivel/Millón de trenes-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FTVM*	233.95	169.21
ADMI	202.61	103.67
KCSM	19.82	19.77
SFM**	22.30	19.17
FXE	22.72	18.64
FSRR	25.41	18.18
FIT	14.65	18.06
LCD	1.12	0.00

* FTVM es una terminal que presenta un número muy bajo de trenes-kilómetro. Esta es la razón por la cual el indicador muestra valores altos. Sin embargo, en números absolutos, el número de accidentes en cruces a nivel es bajo.

** Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total arrollamientos a vehículo del SFM entre el total de trenes kilómetro de carga del SFM.

Arrollamientos a vehículo		
Concesionario / Asignatario	SNIF 2018	SNIF 2019
ADMI	2	1
FIT	9	12
FSRR	97	56
FTVM	39	24
FXE	398	330
KCSM	259	246
LCD	1	0

Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril

Clave	Tipo de transporte	Indicador
S-SF-3	C	Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril
Objetivo	Conocer el número de accidentes reportados que están relacionados con la operación ferroviaria.	
Descripción	Este indicador muestra el número de accidentes reportados que están directamente relacionados con la operación, normalizando el resultado por el grado de exposición.	
Desagregación de la información		Grupo
- Por concesionario		Salud, seguridad y ambiente
		Seguridad Ferroviaria
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Mensual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula dividiendo el total de siniestros ferroviarios entre los trenes-kilómetro multiplicando el resultado por un millón.		
$S - SF - 3 = \frac{\text{Número de siniestros ferroviarios}}{\text{trenes - kilómetro}} \times 10^6$		
Particularidades:		
Siniestros ferroviarios: al hablar de Siniestros Ferroviarios se hace referencia a los siguientes tipos de evento.		
<ul style="list-style-type: none"> - Alcance - Choque - Rozamiento - Descarrilamiento 		
Los datos fueron tomados del reporte de seguridad trimestral.		
Dato	Unidad	
- Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril ($S - SF - 3$)	- Accidentes/ Millón de trenes-km	
- Número de siniestros ferroviarios	- Accidentes	
- Trenes-kilómetro	- Trenes-km	
Observaciones		
Se tiene la información mensual para 2018 y 2019.		

Accidentes relacionados con vehículos del ferrocarril (S – SF – 3) [Accidentes/ Millón de trenes-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FTVM*	443.90	366.63
FIT	239.31	176.09
SFM**	13.44	16.17
KCSM	16.07	14.95
FXE	2.28	11.47
FSRR	3.14	1.95
ADMI	0.00	0.00
LCD	2.23	0.00

* FTVM es una terminal que presenta un número muy bajo de trenes-kilómetro. Esta es la razón por la cual el indicador muestra valores altos. Sin embargo, en números absolutos, el número de siniestros ferroviarios es bajo.

** Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de siniestros ferroviarios del SFM entre el total de trenes kilómetro de carga del SFM.

Es necesario mencionar que, los indicadores de Seguridad Ferroviaria poseen una variabilidad muy alta, debido a que cada concesionario cuenta con un criterio distinto para clasificar los siniestros. Por lo que únicamente tienen que tomarse como un medio informativo y no para hacer inferencias acerca de la siniestrabilidad de una concesión en relación con otra. **Por lo anterior, únicamente se podrían hacer comparaciones anuales de un mismo concesionario y no entre un concesionario y otro, puesto que actualmente no hay comparabilidad.**

Por otra parte, la ARTF cuenta con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-ARTF-2019 Sistema Ferroviario-Seguridad-Notificación de Siniestros- Metodología, la cual establece la siguiente definición de **Siniestro Ferroviario**:

Hecho fortuito e inesperado que sobreviene durante la operación ferroviaria y sus servicios auxiliares que afecta o puede afectar la seguridad en la vía general de comunicación ferroviaria, instalaciones de las empresas ferroviarias o interrumpe el tráfico ferroviario; produciendo o no, lesiones a los tripulantes, pasajeros o terceros, así como en su caso, daños materiales a otros vehículos, a las vías generales de comunicación, al mismo vehículo o a bienes públicos o de terceros.

Una vez que entre en vigor, será de aplicación para todos los concesionarios/asignatarios del SFM, lo cual permitirá adecuar los indicadores de Seguridad Ferroviaria estableciendo una comparación clara entre cada uno de ellos.

Las cifras de la siguiente tabla fueron obtenidas del reporte trimestral de seguridad que emite la ARTF.

Siniestros Ferroviarios		
Concesionario / Asignatario	Reporte de seguridad 2018	Reporte de seguridad 2019
ADMI	0	0
FIT	147	117
FSRR	12	6
FTVM	74	52
FXE	40	203
KCSM	210	186
LCD	2	0

Seguridad operativa en carga transportada

Clave	Tipo de transporte	Indicador
S-SF-4	C	Seguridad operativa en carga transportada
Objetivo	Medir el grado de accidentabilidad en la operación ferroviaria al analizar qué tan común es que ocurra un accidente en función de la carga transportada.	
Descripción	Durante la operación del tren llegan a ocurrir accidentes que podrían presentar consecuencias o daños graves. Un menor número de siniestros ferroviarios reportados indica una mejor seguridad operativa debido a que se presentan menos daños tanto al sistema ferroviario como a su entorno. Realizar la comparación por toneladas-kilómetro permite conocer el número de Siniestros Ferroviarios en proporción de la carga que se ha movido.	
Desagregación de la información		
- Por concesionario	Salud, seguridad y ambiente	Seguridad Ferroviaria
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Trimestral	2018	2019
Metodología de cálculo		
<p>Este indicador se obtiene multiplicando por mil millones el cociente del número total de accidentes con el número de toneladas kilómetro totales.</p> $S - SF - 4 = \frac{\text{Número de siniestros ferroviarios}}{\text{Toneladas - kilómetro netas}} \times 10^9$ <p>Particularidades: Siniestros ferroviarios: al hablar de Siniestros Ferroviarios se hace referencia a los siguientes tipos de evento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alcance - Choque - Rozamiento - Descarrilamiento <p>Los datos fueron tomados del reporte de seguridad trimestral.</p> <p>Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.</p>		
Dato	Unidad	
- Seguridad operativa en carga transportada (S – SF – 4)	- Accidentes/ Miles de millones de toneladas-km	
- Total de accidentes	- Accidentes	
- Toneladas-kilómetro netas	- Toneladas-km	
Observaciones		
Se tiene la información trimestral para 2018 y 2019.		

Seguridad operativa en carga transportada ($S - SF - 4$) [Accidentes/ Miles de millones de toneladas-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FIT	255.23	174.73
FTVM	166.44	136.03
SFM*	5.49	6.31
KCSM	7.01	6.17
FXE	0.83	4.05
FSRR	1.49	0.83
ADMI	0.00	0.00
LCD	2.35	0.00

* FTVM es una terminal que presenta un número muy bajo de toneladas-kilómetro. Esta es la razón por la cual el indicador muestra valores altos. Sin embargo, en números absolutos, el número de Siniestros Ferroviarios es bajo.

** Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de accidentes del SFM entre el total de toneladas-kilómetro de carga del SFM.

Es necesario mencionar que, los indicadores de Seguridad Ferroviaria poseen una variabilidad muy alta, debido a que cada concesionario cuenta con un criterio distinto para clasificar los siniestros. Por lo que únicamente tienen que tomarse como un medio informativo y no para hacer inferencias acerca de la siniestralidad de una concesión en relación con otra. **Por lo anterior, únicamente se podrían hacer comparaciones anuales de un mismo concesionario y no entre un concesionario y otro, puesto que actualmente no hay comparabilidad.**

Por otra parte, la ARTF cuenta con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-ARTF-2019 Sistema Ferroviario-Seguridad-Notificación de Siniestros- Metodología, la cual establece la siguiente definición de **Siniestro Ferroviario**:

Hecho fortuito e inesperado que sobreviene durante la operación ferroviaria y sus servicios auxiliares que afecta o puede afectar la seguridad en la vía general de comunicación ferroviaria, instalaciones de las empresas ferroviarias o interrumpe el tráfico ferroviario; produciendo o no, lesiones a los tripulantes, pasajeros o terceros, así como en su caso, daños materiales a otros vehículos, a las vías generales de comunicación, al mismo vehículo o a bienes públicos o de terceros.

Una vez que entre en vigor, será de aplicación para todos los concesionarios/asignatarios del SFM, lo cual permitirá adecuar los indicadores de

Seguridad Ferroviaria estableciendo una comparación clara entre cada uno de ellos.

Las cifras de la siguiente tabla fueron obtenidas del reporte trimestral de seguridad que emite la ARTF.

Siniestros Ferroviarios		
Concesionario / Asignatario	Reporte de seguridad 2018	Reporte de seguridad 2019
ADMI	0	0
FIT	147	117
FSRR	12	6
FTVM	74	52
FXE	40	203
KCSM	210	186
LCD	2	0

SUBGRUPO: SALUD FERROVIARIA

Accidentes por mantenimiento

Clave	Tipo de transporte	Indicador
S-S-1	C	Accidentes por mantenimiento
Objetivo	Conocer el número de accidentes ocurridos en la realización de una labor de mantenimiento.	
Descripción	Este indicador muestra el número de accidentes que ocurren al hacer mantenimiento ya sea de la vía o del tren.	
Desagregación de la información		Grupo
- Por concesionario		Salud, seguridad y ambiente
		Mantenimiento Operativo
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se calcula con el cociente del número de accidentes por mantenimiento con el número de trenes-kilómetro y multiplicando el resultado por un millón.		
$S - S - 1 = \frac{\text{Número de accidentes por mantenimiento}}{\text{trenes - kilómetro}} \times 10^6$		
Dato	Unidad	
- Accidentes por mantenimiento (S - S - 1)	- Accidentes/Millones de trenes-km	
- Número de accidentes por mantenimiento	- Accidentes	
- Trenes-kilómetro	- Trenes-km	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Accidentes por mantenimiento (S – S – 1) [Accidentes/Millones de trenes-km]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FTVM*	185.96	141.01
LCD	4.46	4.73
SFM**	2.19	1.06
KCSM	0.77	0.72
FSRR	0.26	0.32
FXE	0.06	0.17
ADMI	0.00	0.00
FIT	52.09	0.00

* FTVM es una terminal que presenta un número muy bajo de trenes-kilómetro. Esta es la razón por la cual el indicador muestra valores altos. Sin embargo, en números absolutos, el número de accidentes por mantenimiento es bajo.

** Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de accidentes por mantenimiento del SFM entre el total de trenes kilómetro de carga del SFM.

Es necesario mencionar que, los indicadores de Seguridad Ferroviaria poseen una variabilidad muy alta, debido a que cada concesionario cuenta con un criterio distinto para clasificar los siniestros. Por lo que únicamente tienen que tomarse como un medio informativo y no para hacer inferencias acerca de la siniestralidad de una concesión en relación con otra. **Por lo anterior, únicamente se podrían hacer comparaciones anuales de un mismo concesionario y no entre un concesionario y otro, puesto que actualmente no hay comparabilidad.**

Por otra parte, la ARTF cuenta con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-ARTF-2019 Sistema Ferroviario-Seguridad-Notificación de Siniestros- Metodología, la cual establece la siguiente definición de **Siniestro Ferroviario**:

Hecho fortuito e inesperado que sobreviene durante la operación ferroviaria y sus servicios auxiliares que afecta o puede afectar la seguridad en la vía general de comunicación ferroviaria, instalaciones de las empresas ferroviarias o interrumpe el tráfico ferroviario; produciendo o no, lesiones a los tripulantes, pasajeros o terceros, así como en su caso, daños materiales a otros vehículos, a las vías generales de comunicación, al mismo vehículo o a bienes públicos o de terceros.

Una vez que entre en vigor, será de aplicación para todos los concesionarios/asignatarios del SFM, lo cual permitirá adecuar los indicadores de Seguridad Ferroviaria estableciendo una comparación clara entre cada uno de ellos.

Accidentes por mantenimiento		
Concesionario / Asignatario	Datos SNIF 2018	Datos SNIF 2019
ADMI	0	0
FIT	32	0
FSRR	1	1
FTVM	31	20
FXE	1	3
KCSM	10	9
LCD	4	4

SUBGRUPO: AMBIENTAL

Accidentes con impacto ambiental

Clave	Tipo de transporte	Indicador
S-A-1	C	Accidentes con impacto ambiental
Objetivo	Conocer la proporción de accidentes de descarrilamiento que han afectado al medio ambiente.	
Descripción	Al ocurrir accidentes en el transporte ferroviario, puede generarse un daño al medio ambiente. Este indicador nos permite conocer la proporción de accidentes en los que se ha visto afectado.	
Desagregación de la información		
- Por concesionario	Salud, seguridad y ambiente	Ambiental
Disponibilidad		
Sí ✓	No	Parcial
Fuente de la información		
- Concesionarios/asignatarios del SFM		
Periodicidad	Primer periodo	Último Periodo
Anual	2018	2019
Metodología de cálculo		
Este indicador se obtiene dividiendo el número de accidentes con impacto ambiental entre el número total de accidentes. El resultado se puede presentar en valor decimal o en porcentaje.		
$S - A - 1 = \frac{\text{Número de accidentes con impacto ambiental}}{\text{Total de siniestros ferroviarios}}$		
Dato	Unidad	
- Accidentes con impacto ambiental (S - A - 1)	- Adimensional	
- Número de accidentes con impacto ambiental	- Accidentes	
- Número de accidentes	- Accidentes	
Observaciones		
No se dispone de la información desagregada de forma mensual ni para años previos.		

Accidentes con impacto ambiental (S – A – 1) [Adimensional]		
Concesionario/Asignatario	2018	2019
FSRR	0.00%	16.67%
FXE	15.00%	4.43%
KCSM	2.38%	3.23%
SFM*	2.68%	3.19%
FIT	1.36%	1.71%
ADMI	0.00%	0.00%
FTVM	0.00%	0.00%
LCD	0.00%	0.00%

* Debido a los procesos de redondeo, los decimales de cada indicador podrían variar si se utilizan los datos de la Tabla 9. El cálculo del valor del SFM se generó dividiendo el total de accidentes por mantenimiento del SFM entre el total de trenes kilómetro de carga del SFM.



CONCLUSIONES

En México, el volumen de mercancías transportadas por el ferrocarril ha crecido de manera constante durante los últimos años, esto implica un uso cada vez más intensivo de la infraestructura ferroviaria actual. Para afrontar este reto, se contempla, entre diferentes soluciones, optimizar el uso de la infraestructura existente y la construcción de nueva infraestructura ferroviaria (p. ej. el libramiento ferroviario de Monterrey), ambas opciones tienen como objetivo incrementar tanto el rendimiento como la capacidad en el SFM. Un proceso clave para llevar a cabo este objetivo es la evaluación de las medidas implementadas. Para esto, se requiere de reunir, almacenar y convertir aquellos datos que sean representativos para ilustrar el rendimiento del sector (p. ej. toneladas netas transportadas) en información. En otras palabras, construir indicadores ferroviarios que informen sobre la eficacia y eficiencia de las medidas adoptadas.

El Sistema Nacional de Indicadores Ferroviarios es el instrumento desarrollado por la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario para analizar y evaluar el desempeño en el SFM. Para su generación fue imprescindible la colaboración de los distintos concesionarios/asignatarios siendo estos la fuente de información principal utilizada para la creación de cada indicador ferroviario. El proceso de desarrollo del SNIF 2020 se basó en un enfoque metodológico cuantitativo el cual permitió vincular la construcción de cada indicador ferroviario con objetivos específicos planteados por la ARTF que permitan reducir aquellas deficiencias detectadas en el sector y den soporte a los tomadores de decisiones para visualizar áreas de oportunidad con el afán de implementar políticas, programas y planes que favorezcan el incremento de la calidad del servicio ferroviario, esto mediante la mejora constante en la productividad, eficiencia y competitividad del sector ferroviario mexicano.

En general, en este documento se sentaron las bases que permitirán en futuras ediciones la mejora en la calidad y cantidad de la información suministrada. La primera, mediante mayor desagregación de los datos (p. ej. presentar la velocidad por línea) y la segunda a través de integrar una mayor cantidad de indicadores ferroviarios justificados por la planeación de futuros estudios y proyectos. Para esto es necesario que se cumplan dos condiciones: 1) que el flujo de información hacia la ARTF por parte de los concesionarios/asignatarios sea de manera ininterrumpida y 2) que la frecuencia en la entrega de los datos y la información sea cada vez menor. Para lograr ambos objetivos se deberá institucionalizar un mecanismo de suministro y recolección de datos el cual, al no sufrir modificaciones a mediano y largo plazo permitirá la viabilidad del proyecto. De esta forma, se evitará el depender de las buenas intenciones de las administraciones en turno tanto de gobierno como del sector privado. Solo así, será posible mantener un seguimiento adecuado y eficaz que permitirá analizar la evolución de los estándares de eficiencia, productividad y competitividad.



GLOSARIO

Accidentes con impacto ambiental: se cataloga como un accidente con impacto ambiental, al descarrilamiento o arrollamiento de vehículo que derive en el vertimiento de una sustancia tóxica o nociva para la salud (en suelos, ríos o al medio ambiente en general), sin importar la magnitud de los daños.

Accidentes por mantenimiento: accidentes ocurridos cuando se realizaba alguna labor de mantenimiento.

Avería: (de un elemento) incapacidad para realizar la función requerida debido a un estado interno.

Nota 1: la avería de un elemento es el resultado de una falla, bien del elemento mismo o de cualquier etapa precedente del ciclo de vida (especificación, diseño, fabricación o mantenimiento, por ejemplo).

Nota 2: se puede utilizar un calificativo para indicar la causa de una avería (por ejemplo, especificación, diseño, fabricación, mantenimiento o mala utilización).

Nota 3: el tipo de avería puede asociarse a un tipo de falla (por ejemplo, avería por desgaste o falla por desgaste).

Nota 4: el término “averiado” indica un elemento que tiene una o más averías.

Avería de tren: pérdida de la aptitud de un tren para continuar con su marcha como resultado de una falla de tren.

Avería que interfiere con el tráfico: se dice que una avería interfiere con el tráfico si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- El tren averiado impide la marcha de otro tren o provoca un retraso en el itinerario de uno o más trenes.
- La avería de tren provoca la detención del tren por un periodo mayor a dos horas, es decir que el tiempo de restauración es mayor a dos horas.
- La falla provoca que el tren se detenga a la mitad de un cruce a nivel, y éste interfiere con el tráfico vehicular.

Carga: bienes, productos y/o mercancías transportadas por las empresas ferroviarias. Las principales unidades de medición son Toneladas y Toneladas-Kilometro (referidas al factor distancia).

Carros BO (Bad-Order): se refiere a carros que presentan desperfectos mecánicos al momento de salir a camino o en tránsito, los cuales deben ser cortados del tren y enviados a taller para su reparación.

Carros cargados: se calculan considerando el número de carros, sin considerar los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.

- Por grupo de producto y global del SFM: tráfico local y remitido.
- Por concesionario: tráfico local, remitido, recibido y en tránsito.

Carros despachados: carros que salen formados en un tren (pueden ser cargados y vacíos).

Carros-km cargados: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los carros cargados.

Consumo de combustible carga y patio (litros): Número de litros de combustible consumidos en el transporte de carga y patio.

Falla: (de un elemento) pérdida de la aptitud para realizar la función requerida.

Nota 1: Cuando la pérdida de aptitud está causada por una falla latente existente, la falla se produce cuando concurren un conjunto particular de circunstancias.

Nota 2: Una falla de un elemento es un suceso que origina un estado de avería.

Nota 3: Pueden utilizarse los calificativos catastrófico, crítico, mayor, menor, marginal y no significativo para clasificar las fallas en función de la gravedad de las consecuencias. Los criterios de gravedad dependen del campo de aplicación.

Falla de tren: cualquier falla ocurrida en un tren durante su operación, ya sea en los carros, coches o locomotoras, que provoque la detención del tren para realizar labores de inspección o mantenimiento.

Ingreso por carga total neta: se calcula considerando el ingreso por el traslado de mercancías para los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar los atribuidos al cobro por el traslado del equipo de arrastre y tractivo, clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.

Kilómetros de vía concesionados: se suman los kilómetros establecidos en los títulos de concesión/asignación, así como sus modificaciones, para cada vía concesionada.

Lesionados: lesionados a causa de un siniestro. Extraído del reporte de seguridad trimestral que publica la ARTF.

Muertos: muertos derivados de un siniestro. Extraído del reporte de seguridad trimestral que publica la ARTF.

Siniestros ferroviarios: al hablar de Siniestros Ferroviarios se hace referencia a los siguientes tipos de evento.

- Alcance
- Choque
- Rozamiento
- Descarrilamiento

Extraído del reporte de seguridad trimestral que publica la ARTF.

Tiempo de restauración: intervalo de tiempo entre la aparición de una falla y la restauración (corrección de la avería).

Nota: Si el momento de la aparición de una falla está indeterminado, el intervalo de tiempo se supone que comienza con la detección de la avería.

Tiempo medio de restauración: esperanza matemática del tiempo de restauración.

Toneladas-kilómetro netas: se calculan considerando las toneladas-kilómetro de los tráficos local, remitido, recibido y en tránsito, sin considerar el peso propio

del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.

Toneladas netas: se calculan considerando las toneladas de carga desplazadas, sin considerar el peso propio del equipo de arrastre y tractivo, ni los clasificados por los concesionarios como carros vacíos, vacío o no utilizar.

- Por grupo de producto y global del SFM: tráficos local y remitido.
- Por concesionario: tráficos local, remitido, recibido y en tránsito.

Tráfico interlineal: Es el servicio que consiste en el traslado de carga que tiene origen en un concesionario/asignatario y destino en otro concesionario/asignatario para prestar el servicio público de transporte ferroviario de carga. Dentro de esta Subgrupo se encuentran los siguientes tipos: tráfico interlineal remitido, tráfico interlineal recibido y tráfico interlineal en tránsito.

Tráfico interlineal en tránsito: Es el movimiento de la carga que solamente transita o pasa por el concesionario/asignatario en cuestión, sin que tenga origen o destino en el concesionario/asignatario analizado.

Tráfico interlineal recibido: Es toda la carga recibida por un concesionario/asignatario en cuestión que le remite otro concesionario/asignatario, cuyo destino final son las estaciones del concesionario/asignatario analizado.

Tráfico interlineal remitido: Es todo aquel movimiento de carga con origen en el concesionario/asignatario en cuestión, pero que se entrega a otro concesionario/asignatario.

Tráfico local: Es el servicio público de transporte ferroviario de carga que presta un solo concesionario/asignatario en sus vías o en las vías de otro concesionario/asignatario a través de derechos de paso.

Trenes-hora: se calcula considerando el total de horas transcurridas en el recorrido de los trenes en camino.

Trenes-kilómetro: se calculan considerando el total de kilómetros recorridos por los trenes de carga en camino (no se consideran los movimientos en patio).

Velocidad media de recorrido: distancia media de recorrido dividida por el tiempo medio de recorrido.

Tabla 14.- EQUIVALENCIA DE VARIABLES/TÉRMINOS	
SNIF 2020	USA
Tonelada-kilómetro	Revenue Ton-mile
Kilómetros concesionados	Miles owned Road
Toneladas netas	Ton Originated
Trenes kilómetro	Train-miles
Carros cargados	Carload originated
Empleados	Employees Class 1
Ingreso por carga	Freight Revenue
Costos totales de operación	Railroad Operating Expense
Combustible consumido	Fuel Gallons
Costos totales de operación	Operation Expenses
Ingresos totales	Operation revenue



BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Hernández García, J. A. Arroyo Osorno y G. Torres Vargas. Evolución reciente de algunos indicadores operativos y de eficiencia del ferrocarril mexicano (2009). Publicación técnica No. 331. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México
- [2] E. Moreno Quintero, O. Rico Galeana, C. Martner Peyrelongue y R. Montoya Zamora. Reparto modal óptimo del transporte terrestre de carga en México. 1ª etapa (2014). Publicación técnica No. 413. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México.
- [3] E. Moreno Quintero, O. Rico Galeana, C. Martner Peyrelongue y R. Montoya Zamora. Reparto modal óptimo del transporte terrestre de carga en México. 2ª etapa (2014). Publicación técnica No. 435. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México.
- [4] C. Stenström, C. (2014). Operation and maintenance performance of rail infrastructure: Model and Methods (Doctoral dissertation).
- [5] UIC 406 (2004). Leaflet 406: Capacity. Technical report, International Union of Railways (UIC).
- [6] M. Abril, F. Barber, L. Ingolotti, M. A. Salido, P. Tormos, y A. Lova (2008). An assessment of railway capacity. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(5), 774-806.
- [7] CEN (1999). EN 50126: Railway specifications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). Technical report, European Committee for Standardization (CEN).
- [8] Q. Mahboob and E. Zio. *Handbook of RAMS in railway systems: theory and practice*. CRC Press (2018).
- [9] D. Camacho Alcocer (2019). Track Data-Oriented Maintenance Intervention Limit Determination for Ballasted Light Rail Tracks through Multibody Simulations (Doctoral dissertation).
- [10] F. Rotoli, F., E. Navajas Cawood y A. Soria (2016). Capacity assessment of railway infrastructure. Tools, methodologies and policy relevance in the EU context: technical report/Joint Research Centre.
- [11] Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (2019). Perfil de proyecto “Corredor ferroviario García-Aeropuerto Internacional de Monterrey, Nuevo León”. Monterrey, Nuevo León.
- [12] Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (2019). Perfil de proyecto “Tren Ligero Metropolitano de la Región Capital” Xalapa, Veracruz.
- [13] CEN (2010). EN 13306: Maintenance terminology. Technical report, European Committee for Standardization (CEN).
- [14] IEC (1990). IEC 60050-191: International electrotechnical vocabulary: Chapter 191: Dependability and quality of service. Technical report, International Electrotechnical Commission (IEC).

- [15] G. De Rus, J. Campos Y G. Nombela (2003). Economía del Transporte. Ed. Antoni Bosch. Barcelona, España. 2003.
- [16] V. Islas, G. Torres y C. Rivera (2000). Productividad en el transporte mexicano, Publicación Técnica No. 149, Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro, México.
- [17] A. Bustos Rosales, J. A. Acha Daza, R. Aguerrebere Salido, et al (2003). Análisis del potencial para el intermodalismo en el movimiento de mercancías, proyecciones 2000, 2010, 2025. Publicación técnica No. 235, Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México.
- [18] A. Rico, et al. (1995). Un Análisis del Reparto Modal de Carga entre Carretera y Ferrocarril. Publicación Técnica No. 76. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México.
- [19] E. Moreno Quintero, O. Rico Galeana, C. Martner Peyrelongue y R. Montoya Zamora. Reparto modal óptimo del transporte terrestre de carga en México. 1ª etapa (2014). Publicación técnica No. 413. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México.
- [20] E. Moreno Quintero, O. Rico Galeana, C. Martner Peyrelongue y R. Montoya Zamora. Reparto modal óptimo del transporte terrestre de carga en México. 2ª etapa (2014). Publicación técnica No. 435. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro. México.
- [21] A. Rodríguez Pretelín (2020). Integrating transient flow conditions into groundwater well protection (Doctoral dissertation).
- [22] Railroad facts 2019 Edition (2019). Office of Information and Public Affairs, Association of American Railroads.
- [23] Environmental Key Performance Indicators, E. K. P. (2008). Reporting Guidelines for UK Business.
- [24] UIC reporting guideline sustainable mobility and transport (2011). Reporting Principles and Indicators for Rail. Technical report, International Union of Railways (UIC).
- [25] U. I. D. C. de Fer (2008). High speed rail. Fast track to sustainable mobility. UIC, Paris.
- [26] Y. Gutierrez Zuñiga.(2017). Approach for large public transport projects in Mexico based on the adaptation of the German Cost-Benefit standardized evaluation for public transport investments and follow-up costs. Stuttgart: Stuttgart University.

Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario

Boulevard Manuel Ávila Camacho No. 5 Torre A Piso 3, Colonia
Lomas de Sotelo, Naucalpan de Juárez, Estado de México

T: 01 (55) 5723 9300 ext. 73400

www.gob.mx/artf

TW: @ARTF_mx