

NOTAS

Publicación bimestral de divulgación externa

Número 168

Sanfandila, Qro.

septiembre/octubre de 2017

Aplicación de modelos de simulación para reducir los efectos de la saturación aeroportuaria

La insuficiente capacidad aeroportuaria para cumplir con la demanda originada por el movimiento de pasajeros y aeronaves, así como el consecuente problema que se genera en la saturación de los aeropuertos y en la demora de las operaciones se ha vuelto un asunto común en los principales aeropuertos del mundo. Por lo que el problema de saturación tiene un gran impacto en la movilidad de personas y carga.

El objetivo de este trabajo es explorar algunas alternativas para equilibrar el desbalance existente entre la capacidad disponible y la demanda del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM). En particular, mediante la aplicación de modelos de simulación como herramienta para solucionar el problema, pero enfocándose en el uso eficiente de sus pistas.



Aplicación de modelos de simulación en el caso del AICM

En 2016 el AICM se ubicó en la posición 41, en cuanto al movimiento de pasajeros, y en la posición 27 en cuanto al número de despegues y aterrizajes realizado. Por ello, el desarrollo de modelos de simulación para este aeropuerto podría servir como una herramienta de evaluación cuantitativa en propuestas de cambios operativos, con objeto de mejorar su servicio y para efectos de planeación. A continuación se presentan cuatro escenarios de simulación.

CONTENIDO

Aplicación de modelos de simulación para reducir los efectos de la saturación aeroportuaria	1
Herramientas para la seguridad en la movilidad: Modelos predictivos de somnolencia en conductores.	3
Proyecto en marcha: Recomendaciones de inspección en seguridad vial para carreteras en operación.	5
Publicación técnica: El clima y las carreteras en México	6
Eventos académicos y congresos: Jornada Técnica de "Seguridad y Protección de Infraestructura Crítica".	6

1) Efecto en el número de operaciones realizadas, cuando los despegues y aterrizajes son redistribuidos en las dos pistas del AICM: Se establecieron diversas proporciones de despegues y aterrizajes por pista, y después se realizaron corridas de simulación para estimar el total de operaciones realizadas con dichas proporciones. Posteriormente, fueron graficados los resultados para visualizar el comportamiento y de esta forma obtener la proporción de despegues y aterrizajes para la que se tiene el valor máximo de operaciones procesadas. Para este modelo se utilizó el programa de simulación de eventos discretos de propósito general ALPHA/Sim. Los resultados están representados en un sistema tridimensional (Figura 1).

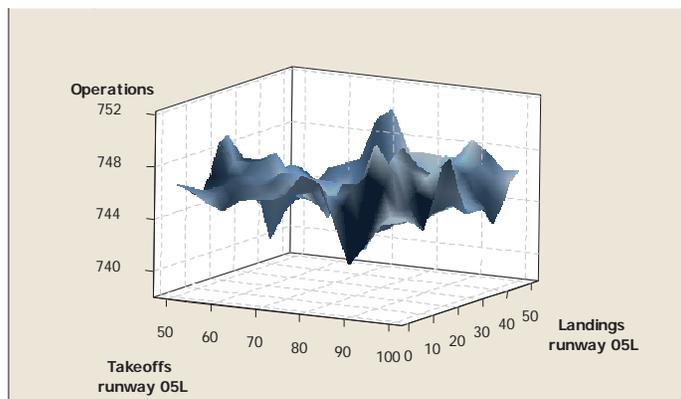


Figura 1. Operaciones procesadas en la pista 5 izquierda, en función de la proporción de aterrizajes y despegues por pista, para una operación diaria entre las 07:00 y las 24:00 horas

El porcentaje de aterrizajes por la pista cinco izquierda se representó en el eje Y, el porcentaje de despegues por la pista cinco izquierda en el eje X, y las operaciones procesadas en las dos pistas en el eje Z. Aunque los porcentajes de despegues y aterrizajes por la pista cinco derecha no se indican en esta figura, sus valores están implícitos en los asignados a la pista cinco izquierda.

2) Efecto del uso intensivo de aeronaves de mayor capacidad: La utilización de aeronaves de mayor capacidad que sustituyen a aeronaves más pequeñas, origina beneficios en la operación del aeropuerto al reducir los tamaños de las colas y la magnitud de las demoras. En términos relativos las reducciones en algunos casos son significativas, por ejemplo, en las líneas de espera máximas y promedio, y en las demoras promedio; en términos absolutos los máximos beneficios observados fueron en las colas máximas, con reducciones de hasta dos aeronaves, y en las demoras máximas, con reducciones poco menores a un minuto. En las pistas, la magnitud de los beneficios depende de la cantidad de aeronaves que dejan de operar y del intervalo en donde operan.

3) Efecto de la incorporación de nueva tecnología para incrementar la capacidad de las pistas: El conocimiento del comportamiento de las estelas de los torbellinos generadas por las aeronaves, puede incrementar la capacidad de los aeropuertos con pistas paralelas muy cercanas. En condiciones de calma las estelas de vórtices generalmente se debilitan y disipan en un lapso de uno a tres minutos. Sin embargo, las condiciones del tiempo en distintas alturas, y los vientos cruzados sobre las pistas pueden perturbar este comportamiento. Los estándares actuales de separación de aeronaves funcionan bien como una medida preventiva pero reducen la capacidad del espacio aéreo de los aeropuertos. Con objeto de contrarrestar este inconveniente, se han desarrollado aplicaciones tecnológicas y patentes de equipos para monitorear las estelas de turbulencia.

Para estimar los efectos de la incorporación de este tipo de tecnología en el AICM se supone que la capacidad de sus pistas se incrementa a 120 operaciones por hora - de acuerdo con las implicaciones operativas señaladas por un estudio de Vernon and Larry en el 2008 - en donde establecieron que bajo ciertas condiciones operativas, se puede utilizar teóricamente una separación entre aeronaves de 30 segundos en pistas paralelas muy cercanas.

Para cada nivel de demanda y periodo fueron realizadas diez corridas de simulación; los valores obtenidos fueron las magnitudes de las colas y las demoras en las pistas del AICM, tanto máximas como promedio. Para este escenario se utilizó el programa de simulación Flexsim.

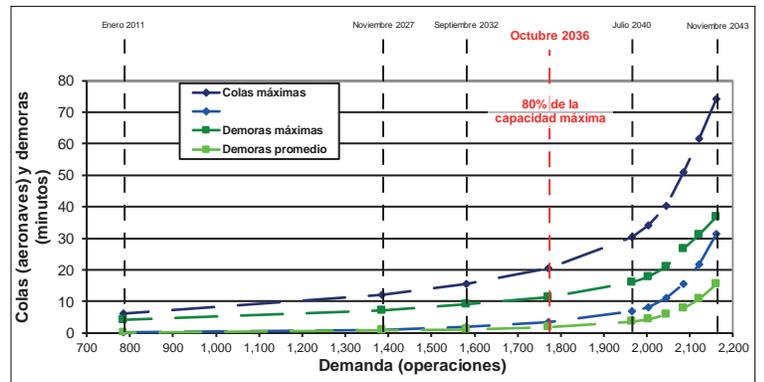


Figura 2. Evolución del deterioro del servicio en el AICM durante el intervalo entre las 06:00 y 24:00 horas, para una capacidad en las pistas de 120 operaciones/hora

Los resultados muestran que al aplicar la nueva tecnología para incrementar la capacidad de las pistas, el inicio de la saturación se prolonga hasta el año 2036, a diferencia de lo estimado con la capacidad actual, en donde ésta inicia en el año 2015. Es decir, al incrementar la capacidad de las pistas con el valor señalado, se extiende el periodo operativo del AICM durante 21 años más.

4) Impacto de una nueva propuesta para atender las aeronaves durante las fases de despegue y aterrizaje, con objeto de reducir las demoras de los pasajeros: En este escenario se estima el impacto de la aplicación de una nueva política para atender los despegues y aterrizajes de las aeronaves, distinta a la aplicada actualmente en el ámbito mundial (FCFS, first-come-first-served), para minimizar las demoras de los pasajeros.

Inicialmente, se realizaron 40 réplicas con el modelo de simulación, aplicando la política actual. Mediante estas simulaciones se obtuvieron los tiempos de entrada y salida, en las líneas de espera antes de las pistas y en las pistas mismas. También, se identificaron los distintos tipos de aeronaves y el tipo de operación realizada por cada una. Posteriormente, fue aplicada la estrategia propuesta para atender los despegues y aterrizajes, con objeto de reducir

los costos de operación de las aeronaves y las demoras de los pasajeros. Después, se determinaron los beneficios en términos de reducción de demoras. Para ello, a los valores obtenidos mediante el modelo de simulación original, se restaron los obtenidos con la estrategia propuesta. Para este modelo, fue utilizado nuevamente el programa de simulación Flexsim.

Consulta el artículo completo en:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=448&IdBoletin=168>

HERRERA Alfonso
BUSTAMANTE Ana Karen

aherrera@imt.mx
kbustamante@imt.mx



SEGURIDAD Y OPERACIÓN DEL TRANSPORTE

Herramientas para la seguridad en la movilidad: Modelos predictivos de somnolencia en conductores.



La somnolencia en conductores es una de las causas más frecuentes de percances y accidentes en la carretera. Entender cuáles son los orígenes y detonadores de esta condición, sus consecuencias, el impacto medido en daños materiales y afectación a la economía del país, es el primer paso para entender la importancia de desarrollar modelos efectivos de predicción de somnolencia y fatiga en los conductores.

De acuerdo a datos de CONAPRA (2013), en México cada año mueren en promedio 16,500 mexicanos por percances viales. Con base en estimaciones hechas por el Secretariado Técnico del Consejo Nacional para Prevención de Accidentes (STCONAPRA), esta clase de accidentes le

cuestan al país alrededor de 150 mil millones de pesos que representan el 1.7 % del Producto Interno Bruto (PIB), sumando costos directos e indirectos. Lo anterior citado de acuerdo a datos del anteproyecto de norma de regulación de horas de conducción.

De entre los múltiples escenarios en donde la fatiga representa el detonador de un accidente, podría considerarse al transporte de carga como el sector más vulnerable y desprotegido de los conductores. Las cualidades particulares que definen a este formato de transporte, como lo son sus dimensiones y requerimientos de maniobra, hacen de este grupo un perfil más susceptible al peligro y a las condiciones de riesgo.

Somnolencia

La somnolencia se refiere a un estado donde el individuo se encuentra parcialmente dormido o parcialmente despierto, con niveles intermitentes de conocimiento y conciencia. Se caracteriza por la presencia de sueño, letargo, lentitud y falta de atención.

Su principal causa se considera la privación del sueño. No obstante, si bien esta condición responde a un proceso biológico, es también el resultado de factores externos lo que promueve que se genere en el individuo, por ejemplo, un aumento o reducción de la cantidad de luz en el ambiente.

En el caso particular de la conducción, la somnolencia es un fenómeno bastante complejo. Implica la disminución del estado de alerta y conciencia del conductor, generando la incapacidad de identificar las situaciones de riesgo y por tanto la poca probabilidad de evadir el peligro.

Algunas causas que se han determinado son:

- Excesivo número de horas de servicio
- Déficit de horas de sueño
- Manejo nocturno
- Horarios irregulares de trabajo-descanso

Modelos de Predicción Existentes

Como resultado de que se identificara esta correlación entre la accidentalidad y la fatiga del conductor, han surgido una gran cantidad de estudios enfocados a reducir la enorme pérdida de recursos económicos ocasionados por los accidentes.

Principalmente se ha atendido la relación entre el desempeño del conductor y el nivel de somnolencia, comprendiéndose lo primero como el comportamiento psico-fisiológico del sujeto al volante, y lo segundo como los diferentes estados de fatiga que eventualmente conducen a la pérdida de conciencia.

Se han desarrollado múltiples modelos de análisis, cada uno con características y enfoques particulares. De manera general se distinguen tres enfoques distintos:

- Modelos basados en medidas fisiológicas
- Modelos basados en mediciones a la métrica ocular
- Modelos basados en mediciones al comportamiento del conductor

Una variación destacada en cuanto al modelo basado en mediciones al comportamiento del conductor fue la desarrollada en el estudio de Murata (2015), la cual no se centraba sólo en el comportamiento de manejo del conductor sino en las interacciones con otras variables como: el ángulo de cuello, presión proporcionada por la espalda, presión en los pedales y el movimiento del conductor en la superficie del asiento.

De manera reciente, se desarrollo también un modelo basado en mediciones del ritmo respiratorio del conductor, el cual se destacaba por llevar a cabo las mediciones de manera no invasiva.

Cada uno de los modelos tiene peculiaridades y ventajas que los distingue entre ellos, por esta razón se realizó una tabla comparativa en la que se presenta el desempeño de cada uno de los enfoques en relación a 4 variables establecidas: precisión; comodidad, referida al contacto directo entre el dispositivo y el cuerpo humano; complejidad, en cuanto a la obtención de datos o desarrollo del modelo; y finalmente, susceptibilidad a agentes externos, ya que algunos dispositivos fallan sus mediciones con agentes como la temperatura, el exceso o falta de luz, entre otros.

MODELOS DE ANÁLISIS (ENFOQUE)	PRECISIÓN	COMODIDAD (CONTACTO DIRECTO)	COMPLEJIDAD	SUSCEPTIBILIDAD A AGENTES EXTERNOS	AUTORES O INVESTIGADORES (DESTACADOS)
Comportamiento del conductor	✓	✓	✗	✓	Murata et al. (2015)
Medidas fisiológicas	✓	✗	✗	✓	Borghini et al (2012) Silveira et al (2016)
Métrica visual	✓	✓	✓	✗	Wang y Xu (2015) Lenné y Fitzharris (2016)
Ritmo de respiración	✗	✓	✓	✗	Solaz et al (2016)

Tabla1: Comparación de las ventajas entre los distintos enfoques y modelos.
Fuente: Elaboración propia.

Los enfoques y modelos desarrollados por Murata (2015), y el modelo y dispositivo empleado por Lenné y Fitzharris (2016), son los más destacados. El primero por el empleo de un modelo de regresión logística para predicción de somnolencia y el segundo por su dispositivo capaz de tomar mediciones incluso en condiciones adversas de luz.

Así pues, ambos proyectos representan para nuestro país una oportunidad de comenzar la creación de un modelo de predicción de somnolencia que sea capaz de responder a las necesidades del sector de transporte de carga y disminuir su vulnerabilidad ante el peligro, a su vez que nos propicia de una herramienta capaz de mitigar la enorme cantidad de recursos y vidas perdidas a consecuencia del volumen en accidentes viales.

Consulta el artículo completo en:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=449&IdBoletin=168>

PAÉZ Mario
ABARCA Emilio

mario.paezlug@gmail.com
eabarca@imt.mx



PROYECTO EN MARCHA

Recomendaciones de inspección en seguridad vial para carreteras en operación.

El IMT, a través de la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte, tiene la responsabilidad de coadyuvar con diferentes entidades públicas y privadas (Secretaría de Salud, Organización Mundial de la Salud, concesionarios y permisionarios del Sector Transporte, etc.), para reducir la accidentalidad vial. La prevención de las muertes y lesiones graves causadas por los accidentes viales en las vías públicas es una responsabilidad básica del gobierno, sus organismos y las empresas del sector privado involucradas.

En el 2010 se anunció el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 por parte de las Naciones Unidas así como el Plan Global para el Decenio en 2011, por parte de la Organización Mundial de la Salud y de las Naciones Unidas.

Con el fin de respaldar la decisión de incorporarse al Decenio de Acción por la Seguridad Vial y de plantear metas concretas, México lanzó en el año 2011 su Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020. Dicha Estrategia, desarrollada por las Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaría de Salud (SS), ha enfocando los esfuerzos para lograr las metas propuestas sobre “reducir un 50% las muertes, así como reducir al máximo posible las lesiones y discapacidades por accidentes de tránsito en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos”

Ante esto, se está desarrollando una publicación técnica de inspección de seguridad vial de vías existentes que sirva a los profesionales y practicantes encargados de identificar condiciones de riesgo, fallas y deficiencias en la infraestructura vial que puedan conducir a colisiones graves.

Dicho documento cubrirá los siguientes tópicos:

- Funciones de la vía.
- Sección transversal.
- Alineamiento.
- Intersecciones.
- Servicios públicos y privados y área de descanso.
- Necesidades de los usuarios vulnerables.
- Señalamiento vertical y horizontal y alumbrado.
- Características de las zonas laterales y dispositivos de protección pasiva.

Asimismo, abarcará los siguientes pasos del proceso de Inspección de Seguridad Vial de vías existentes:

- Trabajo de preparación en la oficina.
- Estudio de inspección de campo.
- Reporte de seguridad vial.
- Medidas correctivas y seguimiento.



EVENTOS ACADÉMICOS Y CONGRESOS

Jornada Técnica “Seguridad y Protección de Infraestructura Crítica”

En el marco del treinta aniversario del IMT, se llevó a cabo la Jornada Técnica de Seguridad y Protección de Infraestructura Crítica con el objetivo de conocer el estado que guardan los sistemas de seguridad y protección de la infraestructura, así como discutir los métodos y procedimientos que se pueden llevar a cabo para la identificación y mitigación de riesgos.

Saverio Palchetti, Presidente del Grupo de Trabajo C.1 de la PIARC, impartió la primer conferencia en la cual destacó los esfuerzos y programas que se han llevado a cabo en Italia para gestionar el riesgo en la infraestructura crítica, en donde actualmente una de las preocupaciones son los posibles ataques terroristas. Además, se abundó sobre los riesgos identificados en dicho país y los comparó con los riesgos identificados en México.

El subsecretario de infraestructura de la SCT, el Lic. Óscar Callejo, destacó la importancia de la infraestructura en México y los esfuerzos que se realizan para asegurar la integridad y el funcionamiento de las vías de comunicación a través de los Sistemas Inteligentes de Transporte para garantizar el flujo de transporte de mercancías por carretera.

Se contó también con la participación del Dr. Toni Männistö quien, por parte del Cross-border Research Association, presentó dos programas desarrollados con éxito para la Unión Europea. El primero de ellos comprende el diseño de directrices de seguridad para el transporte terrestre de carga; y el segundo, un proyecto llamado “CORE”, el cual cuenta actualmente con 70 socios comprometidos en trabajar de manera conjunta para maximizar la velocidad y la fiabilidad del transporte de mercancías, haciendo sus cadenas de suministro más transparentes y resilientes.

Por su parte, el Ing. Carlos Santillán (Director General de CIAO) destacó la importancia de integrar a los operadores carreteros como actores logísticos, de tal manera que se logre una integración real para el establecimiento de protocolos de respuesta.

Las líneas de acción, discutidas durante la jornada técnica, van desde la creación de programas de certificación en materia de seguridad, especialmente diseñados para la infraestructura carretera, hasta la identificación de tramos críticos en la red carretera, cuyo bloqueo puede implicar un impacto severo a los usuarios de las carreteras y, en consecuencia, a las actividades económicas, y el análisis de alternativas en la generación de sistemas redundantes que mejoren la resiliencia de la red carretera.

PUBLICACIÓN

El clima y las carreteras en México

La presente investigación compila información de diversas fuentes acerca de los efectos del clima en las carreteras de México con el objetivo de ser un apoyo en la toma de decisiones en el sector transporte. Adicionalmente, se realizó una justificación sobre el impacto económico que se tendría si se llevaran a cabo acciones de adaptación. Algunas variables meteorológicas fueron analizadas para conocer el comportamiento del clima en diversos puntos de medición localizados a menos de 5 kilómetros de una carretera, esta información servirá de apoyo para el diseño de nueva infraestructura. El estudio también proporciona información sobre los escenarios climáticos futuros, iniciando con las proyecciones globales, regionales y los escenarios nacionales que se han realizado sobre precipitación y temperatura, cuya información permite identificar a escala nacional la vulnerabilidad futura de las carreteras. Con base en el análisis de información realizado, el estudio proporciona una visión sobre cuáles son las amenazas más frecuentes del clima en las carreteras de México y, partir de esta información, permitir priorizar los esfuerzos para generar conocimiento e implementar acciones encaminadas a la adaptación de las mismas para aumentar su resiliencia.

Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto:

http://imt.mx/archivos/Publicaciones/Publicacion_Tecnica/pt498.pdf



DIRECTORIO

Ing. Roberto Aguerrebere Salido

Director General

(442) 216 97 77 ext. 2001

roberto.aguerrebere@imt.mx

Ing. Jorge Armendariz Jiménez

Administración y Finanzas

(442) 216 97 77 ext. 2029

jorge.armendariz@imt.mx

Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez

Normativa para la Infraestructura del Transporte

(55) 52 65 36 00 ext. 4314

alfonso.elizondo@imt.mx

Dr. Guillermo Torres Vargas

Economía de los Transportes y Desarrollo Regional

(442) 216 97 77 ext. 2003

guillermo.torres@imt.mx

Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue

Integración del Transporte

(442) 216 97 77 ext. 2007

carlos.martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid

Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural

(442) 216 97 77 ext. 3101

miguel.martinez@imt.mx

Dr. Alberto Mendoza Díaz

Seguridad y Operación del Transporte

(442) 216 97 77 ext. 2014

alberto.mendoza@imt.mx

Dr. José Miguel Montoya Rodríguez

Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales

(442) 216 97 77 ext. 3006

miguel.montoya@imt.mx

M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez

Infraestructura

(442) 216 97 77 ext. 2016

rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño y la elaboración de la presente publicación estuvo a cargo de la Lic. Ana Karen Bustamante Cano
kbustamante@imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTOS

CURSOS INTERNACIONALES IMT:

<http://actualizacion-postprofesional.imt.mx/capacitacion@imt.mx>

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

<http://publicaciones.imt.mx>

publicaciones@imt.mx

<http://boletin.imt.mx/>

notas@imt.mx

<http://normas.imt.mx/>

normas@imt.mx

TELÉFONOS:

(442) 216 97 77 / 216 97 44 ext: 2111

www.imt.mx



Instituto
Mexicano del
Transporte



@IMT_mx

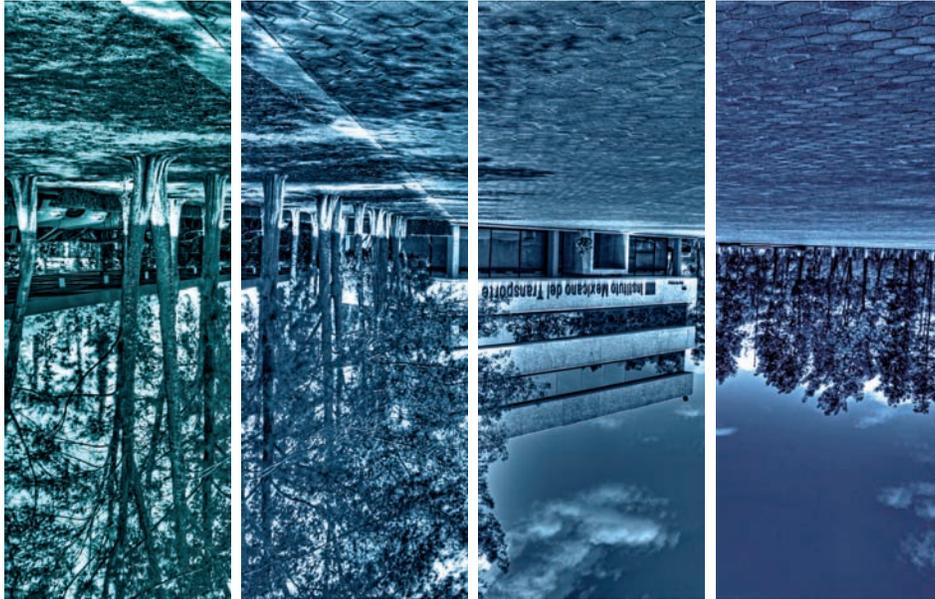


Para cualquier comentario o sugerencia con respecto a esta publicación o ejemplares pasados, nos podrá contactar en: **notas@imt.mx**

El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos contenidos en este ejemplar, siempre y cuando sean citados como fuente los nombres de autor (es), título del artículo, número y fecha de este boletín.

Por la seguridad, sustentabilidad y competitividad del transporte



INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
APARTADO POSTAL 1098
76000 QUERÉTARO, QRO
MÉXICO

Registro Postal
Cartas
CA22-0070
Autorizado por Sepomex

POR AVIÓN
AIR MAIL