

NOTAS

Publicación bimestral de divulgación externa

Número 163

Sanfandila, Qro

noviembre/diciembre de 2016

Un modelo nacional de transporte: Inicios en México

El concepto de modelo nacional surge en la literatura de transporte como respuesta al interés de planificadores y académicos en conocer los flujos que mueve el sistema de transporte de un país, a escala nacional. Conocer aproximadamente estos flujos, con sus tendencias, variaciones, estacionalidades, etc., tiene un gran valor para la planeación del sistema de transporte nacional y para su caracterización con fines académicos.

En México aún no hay un desarrollo formal de un modelo de este tipo, aunque se han hecho estudios de reparto modal carretera-ferrocarril en el transporte de carga, que son una referencia inicial.

Revisando los antecedentes en países europeos, que fueron los primeros en construir modelos nacionales, así como experiencias semejantes en otros países, este trabajo muestra una síntesis del esquema para el desarrollo de un modelo nacional de transporte con una primera etapa que ha permitido reunir los elementos básicos de modelación del sistema de transporte terrestre de carga por carretera o por ferrocarril en México.

Después de revisar antecedentes de modelos europeos, y los métodos de pronóstico de flujos de

carga en Estados Unidos, y en trabajos recientes en Uruguay y Brasil, se describen los elementos básicos de construcción del modelo:

- a) los supuestos lógico-operativos de los modos de transporte
- b) la red carretera y ferroviaria integrada en una red bimodal
- c) la información origen-destino;
- d) el modelo matemático para los flujos;
- e) la representación computacional del modelo.

CONTENIDO

| | |
|--|---|
| Un modelo nacional de transporte: Inicios en México. | 1 |
| El uso de algoritmos en el transporte público urbano. | 3 |
| Modelo de ajuste para la determinación del Índice Internacional de Fricción (IFI) en carreteras mexicanas. | 4 |
| Proyecto en marcha: Elasticidad producto del empleo de los trabajadores del sector transporte en México. | 5 |
| Publicación: Análisis del agrietamiento en concreto a través de la técnica de emisiones acústicas. | 6 |
| Eventos académicos: Capacitación para la Norma Oficial Mexicana NOM-068-SCT-2-2014. | 6 |

Algunos de los primeros resultados de la modelación de flujos de carga se describen a continuación:

La primera etapa del desarrollo del modelo nacional, tiene una red bimodal, georreferenciada, que representa las redes carretera y ferroviaria con sus principales atributos como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Redes carretera y ferroviaria en TransCAD (Moreno, E. et al, 2015).

Las curvas de flujo-velocidad de la figura 2, muestran cómo la velocidad inicial de 100 km/h decae más rápidamente en las carreteras sin control de accesos, como son las libres de peaje (líneas roja y verde) en comparación con la autopistas de mejores especificaciones y con controles de acceso (línea azul). Este comportamiento corresponde a lo esperado en la práctica y es un indicador de que la modelación resulta consistente.

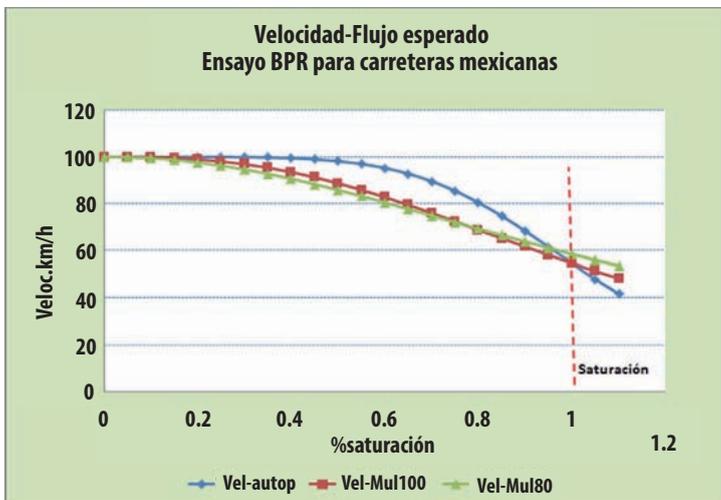


Figura 2. Relación velocidad-flujo del modelado de congestión (Moreno, E. et al, 2015).

En la figura 3, se muestra con algún detalle la distribución de flujos de carga en la red bimodal (tons/año). Los flujos mostrados corresponden a la ruta México-Veracruz y se considera solamente los tiempos de recorrido en las distintas rutas de las redes. En esta figura se puede observar cómo se tiene una mayor participación de los flujos carreteros en los movimientos de carga del centro del país hacia el puerto de Veracruz, lo cual es un resultado consistente al considerar solamente los tiempos de traslado en las redes correspondientes.

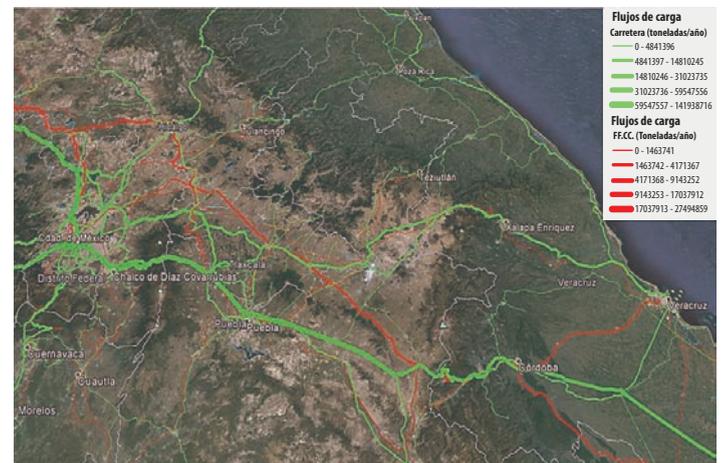


Figura 3. Estimación de flujos en la ruta México-Veracruz. (Moreno, E. et al, 2015).

Los resultados de modelación de la primera etapa han permitido construir una red bimodal aceptable para representar la red carretera federal y la red ferroviaria, georreferenciada y con capas básicas de información útil para la modelación de la operación de los modos; asimismo, se ha construido una primera matriz origen-destino, que se ha ajustado con procedimientos estadísticos reconocidos en la práctica para ser consistente con los conteos vehiculares que publica la SCT en los Datos Viales. El comportamiento del modelo, considerando los tiempos de recorrido en la red bimodal, muestra consistencia e indica que el modelado de la congestión carretera ya está siendo considerado en el ejercicio de asignación.

Consulta el artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=437&IdBoletin=163>

MORENO Eric

eric.moreno@imt.mx



El uso de algoritmos en el transporte público urbano

Con el crecimiento acelerado de la población y el crecimiento no estructurado de las ciudades, se están presentando grandes complicaciones para la planificación del transporte público urbano (TPU) debido, principalmente, al incremento de la demanda y la falta de infraestructura vial. Una manera de atender la problemática, es mediante la implementación de algoritmos de transporte los cuales han dado resultados positivos en la disminución de costos tanto de los concesionarios como de los usuarios. Esto ha sido gracias a que los algoritmos ayudan a determinar el trazo de las rutas y las frecuencias de los autobuses, conociendo la demanda a satisfacer.

Este trabajo presenta un desarrollo matemático (algoritmo de transporte) empleado para satisfacer las necesidades de la demanda del transporte encontrando un equilibrio factible para los concesionarios y los usuarios en relación a minimización de costos, frecuencia con la que se transita, así como la capacidad y cantidad de autobuses que serán empleados para el caso de estudio la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ).

Los algoritmos en el transporte

Los diferentes algoritmos empleados en otros países demuestran, en sus casos de estudios correspondientes, que son capaces de determinar una mejor utilización del espacio. Fan y Machemehl (2006), desarrollaron un algoritmo que ayuda al diseño de ruta óptima fundamentada en la demanda del tránsito variable y, a su vez, en un rediseño de la ruta existente. De la misma manera Baaj y Mahmassani (1995) determinaron una configuración que consistía en un conjunto de rutas de tránsito asociando frecuencias.

El algoritmo que se establece como factible, para el caso de estudio la ZMQ es el de Pattnaik (1998), el cual tiene como objetivo la minimización de costos tanto de los usuarios como de los concesionarios.

Algunas consideraciones y restricciones de este algoritmo de acuerdo a la necesidad son la demanda, frecuencia, configuración de la red y otros parámetros que se describen en la Tabla 1.

| Consideraciones | Elementos |
|-----------------|--|
| Demanda | Número de personas que utilizan el autobús |
| | Matriz Origen-Destino |
| Frecuencia | Regularidad con la que se ofrece el servicio |
| Red | Número de autobuses a transitar |
| | Identificar caminos viables |
| | Identificar calles e intersecciones |
| Parámetros | El tiempo total de recorrido |
| | Capacidad de asientos de autobuses |

Tabla 1. Datos de entrada para algoritmo.
(Elaboración propia).

Pasos del algoritmo de Pattnaik et al (1998).

Paso 1: Generación de rutas para cada par de nodos.

Paso 2: Generación de rutas para encontrar el camino más corto (tiempos de recorrido) entre los nodos de origen y de destino.

Paso 3: Verificación de las restricciones de la distancia mínima y máxima de rutas. Si la ruta satisface las restricciones, a continuación, la ruta se acepta como ruta candidata.

Paso 4: Generación de rutas alternas para todos los enlaces de la ruta más corta generada en el paso 2 y al encontrar el camino más corto entre el mismo origen y destino soltar el enlace.

Paso 5: Verificación para cada una de las rutas alternas si satisface las restricciones, tales como (1) la existencia de la ruta, (2) duplicación de rutas, (3) superposición significativa con la ruta más corta (por ejemplo, más de 75%), (4) longitud máxima de ruta, y (5) Máximo Desvío (1.5 veces el camino más corto). Si la ruta satisface estas restricciones la ruta alterna es aceptada como ruta candidata.

Paso 6: Clasificación de todas las rutas con base en un índice de rendimiento y guardarlas como el conjunto de rutas candidatas.

Consulta el artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=438&IdBoletin=163>

ORTEGA Rafaél rortegac28@gmail.com
ABARCA Emilio emilio.abarca@imt.mx
RÍOS Gerardo gerardo.rios@imt.mx



Modelo de ajuste para la determinación del Índice Internacional de Fricción (IFI) en carreteras mexicanas.

La superficie de rodamiento debe proporcionar un adecuado nivel de fricción en la interfaz llanta-pavimento para proveer seguridad de operación a los vehículos, inclusive en condiciones húmedas. La fricción está definida como la resistencia al deslizamiento de un cuerpo contra otro o una superficie. Actualmente la fricción de la superficie de los pavimentos es uno de los parámetros de mayor importancia en la auscultación de carreteras debido a que los Coeficientes de Fricción (CF) adecuados se ligan a la seguridad de los usuarios.

Desde hace varios años, se han empleado distintos equipos y metodologías en todo el mundo para calcular la fricción de las carreteras. La Asociación Mundial de Carreteras (PIARC) realizó en 1995 un experimento para comparar y armonizar las medidas de textura y resistencia al deslizamiento de todos estos equipos con el fin de establecer correlaciones entre los distintos métodos y equipos para determinar un indicador llamado Índice Internacional de Fricción (IFI). Actualmente en México, el equipo más empleado para determinar el coeficiente de fricción de un pavimento es el Mu-meter, equipo que no fue armonizado en el experimento. Por tanto, la Dirección General de Servicios Técnicos solicitó al IMT determinar los parámetros de ajuste del equipo Mu-meter, en virtud de que en sus programas de auscultación se realicen mediciones del coeficiente de fricción y el cálculo del IFI, empleando este equipo.

El objetivo de este proyecto es definir los parámetros de ajuste A y B que mejor satisfagan la relación coeficiente de fricción-velocidad en función de la macrotextura, los cuales constituyen el modelo para el IFI. De inicio, se definen diferentes tramos homogéneos con un abanico de valores representativos del coeficiente de fricción y macrotextura de la Red Carretera Federal y se determinan los valores de macrotextura con el método de Círculo de Arena y de fricción con el Péndulo Británico.

Una vez obtenidos estos valores de referencia, se

calculan las curvas de IFI para cada tramo, utilizando los coeficientes establecidos en la metodología emanada del experimento PIARC para el Círculo de Arena y el Péndulo Británico, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Método del Círculo de Arena para determinar macrotextura y mediciones de fricción con Péndulo Británico.

A la par, se determinan los valores de coeficiente de fricción con equipo Mu-meter, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Mediciones de fricción con el equipo Mu-meter MK6 del IMT.

Al ajustar las curvas de Coeficiente de fricción-velocidad obtenidas por Mu-meter a las curvas obtenidas con Péndulo Británico, se pueden determinar los parámetros de ajuste para obtener la curva maestra Coeficiente de Fricción-Velocidad. Para lo anterior, se seleccionaron en conjunto con la Dirección General de Servicios Técnicos, los tramos de prueba que presenten diferentes valores de macrotextura y de fricción, representando las heterogéneas condiciones de las distintas regiones del país.

Se seleccionaron tramos correspondientes a cuatro Estados de la República Mexicana, estos son: Querétaro, Nuevo León, Hidalgo y Tabasco. Para Querétaro los

NOTAS #163

tramos evaluados se localizan en el municipio de Pedro Escobedo, para el caso del Estado de Nuevo León, los tramos se encuentran en los municipios de Monterrey, Cadereyta Jiménez, Montemorelos y Allende. En el Estado de Tabasco los municipios involucrados fueron Centro, Cárdenas y Comalcalco, y en Hidalgo los municipios de Pachuca de Soto y Tulancingo de Bravo.

PROYECTO EN MARCHA

Elasticidad producto del empleo de los trabajadores del sector transporte en México

El objetivo de este proyecto es analizar las transformaciones recientes de los trabajadores del sector transporte en México, y el impacto del crecimiento económico sobre la demanda de trabajo por categorías del grupo 83: "Conductores de transporte y de maquinaria móvil". Así como también identificar cuál de las diversas ocupaciones de este grupo son las que tienen mayor respuesta para el país de acuerdo a los resultados arrojados en el cálculo de las elasticidades.

El siguiente cuadro muestra cómo está conformado el grupo 83:

Cuadro 1: Grupo 83 – Conductores de transporte y maquinaria móvil

| |
|--|
| 830 Supervisores de conductores de transporte y de maquinaria móvil |
| 8301 Supervisores de conductores de transporte de maquinaria móvil |
| 831 Conductores de transporte aéreo |
| 8311 Pilotos de aviación |
| 832 Conductores de transporte marítimo |
| 8321 Capitanes y conductores de transporte marítimo |
| 8322 Oficiales y marineros de cubiertas y prácticos |
| 8323 Oficiales maquinistas de transporte marítimo |
| 8324 Conductores de pequeñas embarcaciones (lanchas, botes, trajineras, etc) |
| 833 Conductores de transporte en vías férreas |
| 8331 Conductores de transporte en vías férreas (tren, metro, tren ligero) |
| 834 Conductores de transporte terrestre con motor |
| 8341 Conductores de camiones, camionetas, taxis y automóviles de carga |
| 8342 Conductores de autobuses, camiones, camionetas, taxis y automóviles de pasajeros |
| 8343 Choferes en casas particulares |
| 8344 Conductor de motocicleta |
| 8349 Otros conductores de transporte terrestre con motor no clasificado anteriormente |
| 835 Conductores de maquinaria móvil |
| 8351 Conductores de maquinaria móvil para la construcción y minería |
| 8352 Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercio, etc. |

Fuente: Elaboración propia con base en la Clasificación de Censo de Población y Vivienda 2010. INEGI, 2011

Se utiliza la metodología presentada por Kato (2004) siguiendo a Sydsaeter y Hammond (1995) que consiste en determinar la elasticidad producto del empleo. Se identificó cuál de las diversas

Consulta el artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=439&IdBoletin=163>

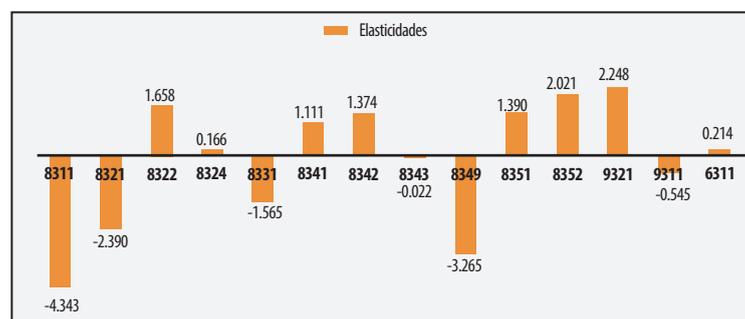
LÓPEZ Guadalupe guadalupe.lopez@imt.mx
 PÉREZ Alfonso alfonso.perez@imt.mx
 GARNICA Paul paul.garnica@imt.mx
 RAMÍREZ Antonio jose.ramirez@sct.gob.mx
 ROBLES Noé aroblesh@sct.gob.mx



ocupaciones que hay en el grupo 83 son las que tienen mayor respuesta para el país de acuerdo a los resultados obtenidos en la construcción de elasticidades. Se generaron estadísticas a partir de microdatos de la ENIGH 1996 y 2012 a nivel estatal y por grupo unitario.

La gráfica 1 muestra el resultado del cálculo de las elasticidades para el periodo 1996-2012 a nivel nacional de los Conductores transporte y de maquinaria móvil. Se observa que de los 14 grupos, 5 presentaron elasticidades negativas. El grupo que presentó la elasticidad más alta fue el 9321: Conductores de vehículos de transporte en bicicletas con un valor de 2.248. El grupo con las elasticidades más bajas fue el 8311: Pilotos de aviación con un valor de -4.343, lo cual pudiera deberse a la crisis que se enfrentó en 2010 por parte de la aerolínea Mexicana de Aviación la cual suspendió operaciones para después declararse en quiebra.

Gráfica 1: Elasticidades de los Conductores de transporte y de maquinaria móvil, Total Nacional, 1996-2012



Fuente: Cálculos y elaboración propia con base en microdatos de la ENIGH 1996 y 2012, SCN-PIB Anual 1996-2012. INEGI

Consulta el informe completo:

<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt450.pdf>

CRUZ Gabriela gcruz@imt.mx

EVENTOS ACADÉMICOS Y CONGRESOS

Capacitación para la aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-068-SCT-2-2014

Con la finalidad de capacitar a los elementos que integran los Grupos de Atención e interpretación de la Norma Oficial Mexicana *NOM-068-SCT-2-2014* y los procedimientos apropiados para realizar una inspección de Nivel V, se llevó a cabo en las instalaciones del IMT, un curso de capacitación para aplicar correctamente dicha norma.

La *NOM-068-SCT-2-2014*, establece las especificaciones físico mecánicas de los vehículos, para garantizar su circulación con seguridad en las carreteras y de los demás usuarios de éstas, que prestan los Servicios de Autotransporte Federal de Pasajeros, Turismo y Carga, sus servicios auxiliares y Transporte Privado, en vías generales de comunicación de jurisdicción federal dentro de los Estados Unidos Mexicanos.

El programa del curso se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Introducción a la inspección; 2. Inspección inicial del tractor;
3. Inspección de la sección central; 4. Inspección del remolque y las ruedas; 5. Inspección posterior del tractor; 6. Inspección de los ejes; 7. Inspección de los frenos; 8. Inspección interior del tractor; 9. Movimiento de la quinta rueda; 10. Finalización de la inspección.

La capacitación fue impartida por la agencia Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCSA), del 24 al 28 de octubre de 2016. Se tuvo una participación de 50 Policías Federales y 4 Investigadores del IMT. Tuvo una duración de 40 horas.



PUBLICACIÓN

Análisis del agrietamiento en concreto a través de la técnica de emisiones acústicas

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la constitución de sistemas estructurales diversos. Las ventajas que ofrece su capacidad de moldeabilidad y adaptación a las formas de la cimbra que lo contiene, permiten su empleo tanto en estructuras pequeñas como de gran envergadura. En elementos de concreto, las fisuras se originan en los puntos más débiles, ya que la heterogeneidad del material hace que la resistencia de cada sección sea distinta, por esta razón, la progresiva microfisuración se debe a concentraciones de esfuerzos normales de tensión.

En el presente trabajo, se estudiaron las respuestas acústicas asociadas a los mecanismos de agrietamiento y deterioro en el concreto, a través de la instrumentación y monitoreo de 30 probetas de concreto simple sometidas a esfuerzos normales de flexión hasta su fractura final. Se encontró que los procesos de microfisuración en este material comienzan entre el 15 y 30% de la resistencia final a la ruptura y estos se intensifican a partir del 75% de la resistencia final. Además, se analizó la evolución de la energía acústica liberada durante el proceso de deterioro en el material y las correlaciones entre estos parámetros y algunas características físicas de las superficies de falla en el mismo.

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

<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt479.pdf>



DIRECTORIO

Ing. Roberto Aguerrebere Salido
Coordinador Operativo
(442) 216 97 77 ext. 2001
roberto.aguerrebere@imt.mx

Ing. Jorge Armendariz Jiménez
Coordinador de Administración y Finanzas
(442) 216 97 77 ext. 2029
jorge.armendariz@imt.mx

Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez
Coordinador de Normativa para la Infraestructura del Transporte
(55) 52 65 36 00 ext. 4314
alfonso.elizondo@imt.mx

Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue
Coordinador de Integración del Transporte
(442) 216 97 77 ext. 2007
carlos.martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid
Coordinador de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural
(442) 216 97 77 ext. 3101
miguel.martinez@imt.mx

Dr. Alberto Mendoza Díaz
Coordinador de Seguridad y Operación del Transporte
(442) 216 97 77 ext. 2014
alberto.mendoza@imt.mx

Dr. José Miguel Montoya Rodríguez
Coordinador de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales
(442) 216 97 77 ext. 3330
miguel.montoya@imt.mx

M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez
Coordinador de Infraestructura
(442) 216 97 77 ext. 2016
rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño de la presente publicación estuvo a cargo de: M.en D.G Alejandra Gutiérrez Soria y la Lic. Ana Karen Bustamante Cano.

La elaboración de la publicación está a cargo de: Lic. Ana Karen Bustamante Cano
kbustamante@imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTOS

CURSOS INTERNACIONALES IMT:

<http://imt.mx/Espanol/Capacitacion/capacitacion@imt.mx>

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

<http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/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



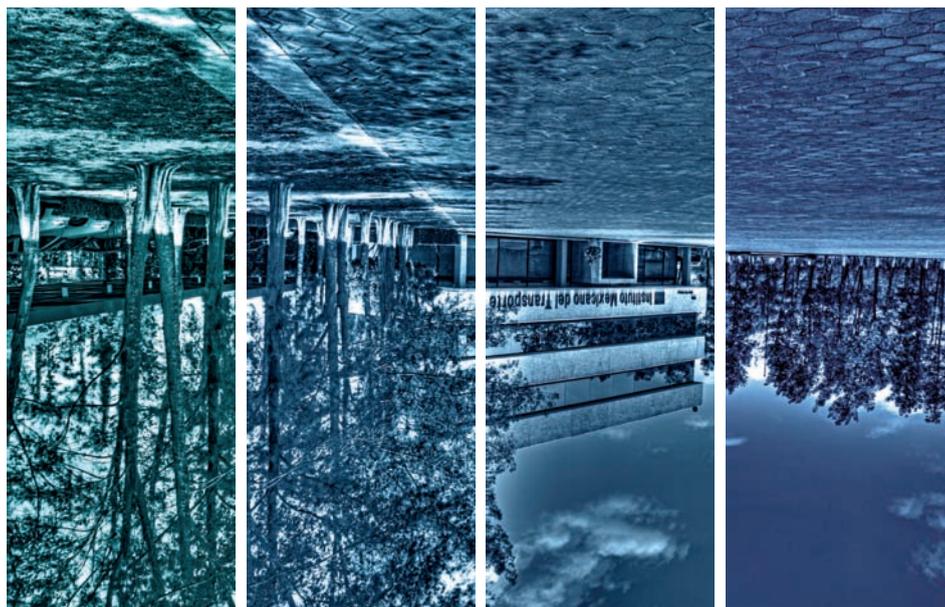
@IMT_mx

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, calidad 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