

# NOTAS

Publicación bimestral de divulgación externa

Número 162

Sanfandila, Qro

septiembre/octubre de 2016

## Flujos ferroviarios de la industria petrolera en México.

La intención de explorar la distribución espacial de los movimientos ferroviarios de petróleo y derivados ocurridos en 2013, responde a la probabilidad de que a partir de la Reforma Energética se modificará el panorama de la relación ferrocarril – industria petrolera, tanto en términos del volumen de los flujos, como de la geografía económica que esa relación describa. Por tal motivo, se consideró oportuno analizar el movimiento ferroviario de este conjunto de carga a fin de tener una imagen de referencia que permita comparar y evaluar su evolución futura.

Participación del ferrocarril en el transporte de productos de la industria petrolera

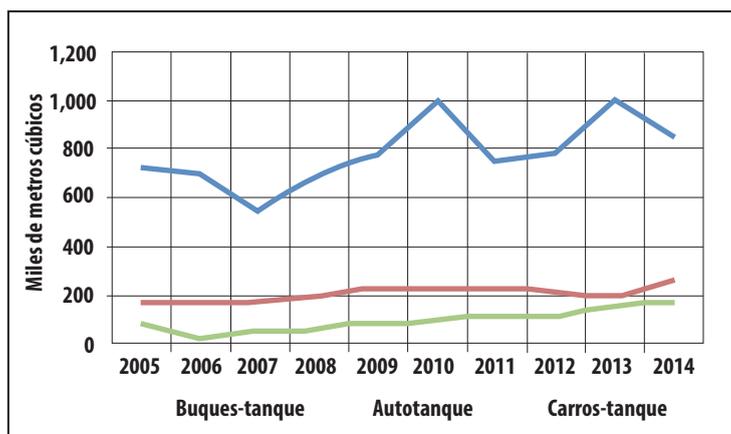
La evolución de la capacidad de carga de cada uno de los tres modos de transporte: marítimo, ferroviario y carretero, muestra que el transporte marítimo es el que mayor variación ha reportado en cuanto a la participación de su capacidad de carga, registrando bajas significativas en 2007, 2011 y un descenso de 2013 a 2014. El autotransporte por su parte, es el más estable en cuanto a la evolución de su capacidad de carga, en tanto el ferrocarril es quien muestra una tendencia de crecimiento anual sostenido desde 2008 y la

y la mayor tasa de crecimiento medio anual del período 2005 – 2014 recortando su distancia con el volumen de petróleo y derivados transportados por carretera (gráfica 1) de la infraestructura ferroviaria.

De acuerdo con los datos, el ferrocarril es el que participa con la menor proporción de carga en el transporte de petróleo y derivados, 11.3 % en 2013, sin embargo se prevé que este panorama cambiará a partir de 2016, ante la ya libre importación de combustibles.

### CONTENIDO

Flujos ferroviarios de la industria petrolera en México.	1
Evaluación por criterios de durabilidad, de un muelle rehabilitado con un sistema de encamisado de fibra de vidrio relleno de mortero epóxico.	3
Desarrollo de un modelo de crecimiento urbano dinámico como herramienta para planeación y gestión de la Zona Metropolitana de Querétaro.	4
Estudio hidrodinámico y transporte de sedimentos a nivel cuenca del complejo lagunar Oaxaca.	5
Publicación: Un análisis de los sobrecostos de operación vehicular bajo distintas condiciones en el estado superficial de la infraestructura carretera.	6
Eventos académicos: Taller de movilidad y logística en México.	6



Gráfica 1. Evolución de la capacidad de carga de petróleo y derivados por modo de transporte

#### Análisis de distribución de la carga ferroviaria de petróleo y derivados, 2013

De acuerdo con los registros de carga ferroviaria de 2013, el grupo de productos formado por el petróleo y sus derivados se ubicó en la sexta posición de las 18 categorías de productos, con 7% del total de toneladas movidas y 5.7 % de las toneladas – kilómetro.

Año	Toneladas	%	Toneladas-kilómetro	%
2013	9,4049,087	7.1	4,275,925,103	5.7

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte, con base en los datos 2013 de la Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal, SCT.

El análisis de la distribución espacial de los 9.049 millones de toneladas de petróleo y derivados transportadas por ferrocarril, se realizó a partir de la metodología diseñada en el Instituto Mexicano del Transporte para representar territorialmente los movimientos ferroviarios de carga, con el propósito de conocer cómo es el aprovechamiento de la infraestructura ferroviaria, cuál es la participación del ferrocarril en el movimiento de los distintos tipos de carga y cómo es su integración con los otros modos de transporte.

Para lo cual, la metodología apuntala su quehacer en la disponibilidad de registros de intercambio que permitan integrar una matriz origen – destino de carga ferroviaria y en el aprovechamiento y manejo de herramientas geotecnológicas como TransCAD y ArcGIS que contribuyen a llevar al plano territorial, la organización y funcionamiento del transporte

ferroviario, estructurado en el caso de interés, por 95 nodos, diferenciarlos en términos de sus volúmenes de carga; representar la red de intercambios para conocer cuántos y cuáles conforman la organización, caso del 18 % de los pares origen – destino, mayores a 50,000 toneladas, que en conjunto manejan el 89 % de las toneladas transportadas de petróleo y derivados; y definir, cómo es la distribución de los flujos de carga.

El presente análisis destaca que la relación industria petrolera – ferrocarril responde, en 2013, a una necesidad de apoyo a la red de ductos de Pemex para el abasto nacional, antes que a una logística comercial, como sería el caso de la industria automotriz, donde el comportamiento espacial de los intercambios y la conformación de corredores ferroviarios estructura una organización muy distinta.

Característica particular del transporte de petróleo y sus derivados es también, que a diferencia de varios conjuntos de carga, éste no define un corredor de transporte en el arco Nuevo Laredo – Celaya o Querétaro, sino que lo integra en forma transversal y contigua desde el sur de Veracruz – la zona centro del país donde se localizan las plantas de producción de Pemex y el puerto de Manzanillo.

La imagen espacial de la relación ferrocarril - industria petrolera de 2013, queda entonces, como referencia para contrastar los cambios que el nuevo modelo de explotación de los recursos petroleros del país impondrá y las consecuencias que ello tendrá en esta relación, en la que las empresas ferroviarias que operan en México tienen puestas amplias expectativas.

Consulta el artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=431&IdBoletin=161>

GARCÍA Gabriela  
MARTNER Carlos

gabriela.garcia@imt.mx  
carlos.martner@imt.mx



## Evaluación por criterios de durabilidad de un muelle rehabilitado con un sistema de encamisado de fibra de vidrio relleno de mortero epóxico.

La corrosión en estructuras de concreto es uno de los mayores problemas que enfrentan las estructuras en ambientes agresivos. Para estructuras dañadas a causa de los agentes agresivos del medio ambiente, los métodos de reparación pueden ir desde el remplazo de la sección dañada en su totalidad (acero y concreto) hasta el uso de protección catódica.

En la actualidad, el uso de morteros modificados con resinas para reparación de concreto dañado por las condiciones ambientales va en aumento debido a su baja porosidad, resistencia a agentes agresivos para el concreto y su facilidad de uso tanto en zonas sumergidas como aéreas. En este estudio se evalúa un muelle rehabilitado con un sistema de encamisado de fibra de vidrio relleno de mortero epóxico. Para esto, se realizó una inspección visual y se realizaron los siguientes ensayos: resistividad eléctrica, velocidad de pulso ultrasónico, resistencia a la compresión, cloruros y sorptividad.

### Inspección visual

La inspección visual se realizó a seis pilotes, dos de cada año de reparación, 2008, 2011 y 2014. Se encontró que el mortero epóxico presentaba un comportamiento plástico al encontrarse húmedo que lo volvía relativamente fácil de remover (Figura 1).



Imagen 1. Desprendimiento del mortero epóxico.

Dos de los corazones extraídos mantuvieron el acero de refuerzo y como puede verse en la Figura 2, denota un estado avanzado de corrosión, lo cual no debería ocurrir si el sistema estuviera protegiendo como se supone debería de hacerlo.



Imagen 2. Avanzado estado de corrosión de varillas en pilote 2N y 50S respectivamente.

Los potenciales de media celda obtenidos se encontraron entre  $-250$  mV y  $-726$  mV indicando el estado activo del acero. La resistividad eléctrica con muestras cubiertas con esponjas saturadas de agua registraron valores menores a  $1\text{k}\Omega\cdot\text{cm}$  concordando con lo indicado por los potenciales de media celda; sin embargo, las resistividades registradas sin las esponjas saturadas mostraban una resistividad por arriba de  $200\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2$  indicando bajo riesgo de corrosión. Se cree que esto se debe a la alta sorptividad del mortero, ya que las muestras perdían humedad aceleradamente, lo que implicaba resistividades artificialmente altas. Los ensayos de compresión mostraron que solo el 65% de las muestras cumplían con el  $f'_c$  de diseño de 25 MPa.

Con los parámetros medidos, se puede establecer que no se aumenta la durabilidad de las pilas reparadas con este mortero polimérico, sin embargo, se requieren realizar más estudios a los diversos tipos de morteros poliméricos para poder establecer si el empleo del sistema de encamisado con morteros poliméricos en ambientes marinos en general, puede ser considerado una reparación

Consulta el artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=432&IdBoletin=161>

DEL VALLE Angélica	angelica.delvalle@imt.mx
TERÁN Jorge	jorge.teran@imt.mx
TORRES Andrés	andres.torres@imt.mx
MONTES Mario	mario.montes@imt.mx
MARTÍNEZ Miguel	miguel.martinez@imt.mx



# Desarrollo de un modelo de crecimiento urbano dinámico como herramienta para planeación y gestión de la Zona Metropolitana de Querétaro.

Pronosticar la magnitud y localización de la expansión urbana son conceptos claves para la planeación de una ciudad, pues permite cuantificar las necesidades futuras y los costos de diversos servicios públicos así como enriquecer los espectros de escenarios para la accesibilidad de empleos, cambios en la demanda de transporte y el número de viajes dentro de una zona metropolitana.

Ante esto, surge la necesidad de modelar el crecimiento de la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) a través de modelos estadísticos espaciales para estimar las necesidades de infraestructura y planear los sistemas de transporte necesarios que satisfagan las demandas futuras, además de conocer las variables socioeconómicas y territoriales que expliquen el crecimiento urbano con una aproximación de confiabilidad de al menos del 70%.

El presente trabajo presenta una metodología para desarrollar un modelo de crecimiento urbano dinámico de ciudades, considerando como caso de estudio la Zona Metropolitana de Querétaro.

La ZMQ se encuentra constituida por los municipios: El Marqués, Corregidora, Huimilpan y Santiago de Querétaro. Dicha zona ha tenido un desarrollo económico y demográfico, el cual se puede observar en la Tabla 1.

Clave	Municipio	Población				
		1990	1995	2000	2005	2010
36	Zona metropolitana Qro.	579 597	706 566	816 481	950 828	1 097 025
22006	Corregidora	43 775	59 855	74 558	104 218	143 073
22008	Huimilpan	24 106	26 809	29 140	32 728	35 554
22011	El Marqués	55 258	60 680	71 397	79 743	116 458
22014	Santiago de Querétaro	456 458	559 222	641 386	734 139	801 940

**Tabla 1. ZMQ: Población Total por año**

Fuente: Creación propia con datos de población de INEGI

En 20 años se presenta un incremento de la población del 89.2%, pasando de 579,597 habitantes en 1990 a 1'097,025 habitantes en 2010, lo que representa una tasa de crecimiento medio anual 3.2% (Tabla 2).

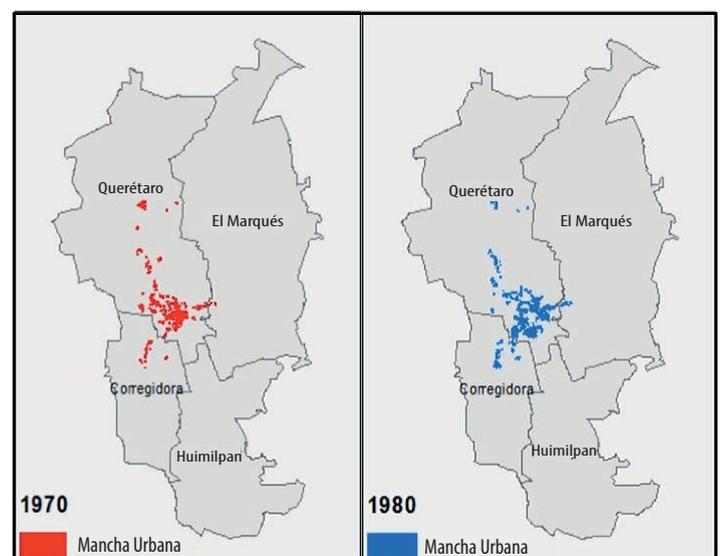
Clave	Municipio	Población			
		1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
36	Zona metropolitana Qro.	4.0	2.9	3.1	2.9
22006	Corregidora	6.5	4.5	6.9	6.5
22008	Huimilpan	2.1	1.7	2.3	1.7
22011	El Marqués	1.9	3.3	2.2	7.9
22014	Santiago de Querétaro	4.1	2.8	2.7	1.8

**Tabla 2. ZMQ: Tasa de crecimiento medio anual**

Fuente: Creación propia con datos de población de INEGI

En este mismo contexto se observó un incremento en la superficie urbana del 24.5 %, pasando de 165,000 ha en el año 2000 a 205,340 ha para el año 2010, lo que significa una tasa de crecimiento medio anual del 2.21% en 10 años.

Para el análisis de este estudio, se crearon mapas que, de manera histórica, representan la evolución de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de Querétaro. Dada la naturaleza de los datos disponibles se establecen periodos de estudio de 10 años, excepto para el año 2005, en el cual se cuenta con datos de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's). Lo anterior se realizó para el periodo de 1970 a 2010 empleando el programa ArcMap 10.3, dichos mapas se muestran en la Figura 1 y 2.



**Figura 1. Evolución de la mancha urbana de 1970 y 1980**

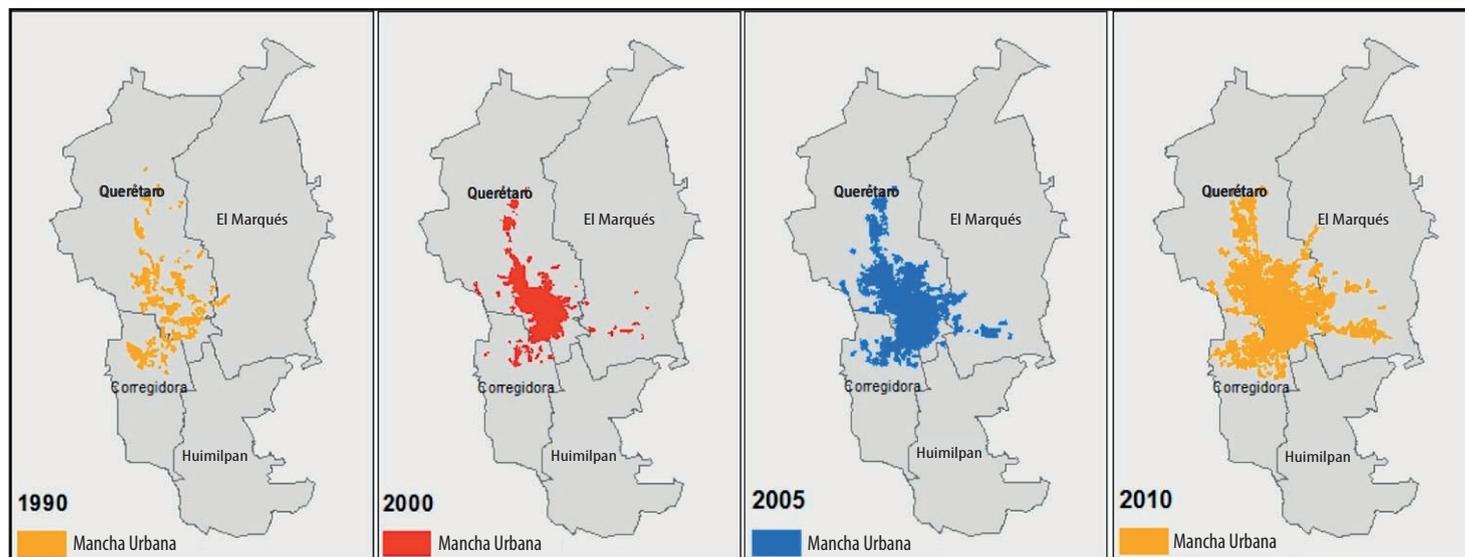


Figura 2. Evolución de la mancha urbana a partir de 1990 al 2010

Con este análisis, será posible estimar las tendencias de expansión territorial y aglomeración urbana de la ZMQ para ofrecer herramientas para desarrollar estrategias de planeación y políticas de gestión y con ello proyectar la infraestructura de transporte necesaria para movilizar a personas y bienes de modo seguro, oportuno, confiable y eficiente.

Consulta el artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=433&IdBoletin=161>

HERNÁNDEZ Servando sca\_187@hotmail.com  
RÍOS Gerardo gerardo.rios@imt.mx



## PROYECTO EN MARCHA

### Estudio hidrodinámico y transporte de sedimentos a nivel cuenca del complejo lagunar Oaxaca.

Investigadores de la Coordinación de Puertos y Costas del IMT visitaron la playa de Cerro Hermoso, Oaxaca con la finalidad de presentar un estudio en modelos numéricos para definir los proyectos de dragado y obras de protección que permitan la recuperación ambiental del sistema lagunar Chacahua – La Pastoría, Oax.

El estudio tiene como objetivo proponer un plan de gestión de cuencas para la preservación del humedal. Para esto, se realizará: un inventario nacional de humedales con una duración de seis meses; una caracterización biofísica e hidrodinámica del sistema lagunar y a nivel cuenca, con una duración de 12 meses, la cual incluye un estudio de sedimentos a nivel cuenca, estudio de marea, viento y aportes fluviales, estudio del patrón de circulación de las corrientes en el sistema lagunar y se podrá determinar el balance hidrológico del sistema a nivel cuenca con una duración de 6 meses.

Como producto final se elaborarán propuestas preventivas y correctivas para evitar el cierre de la boca de la laguna la Pastoría.



Imagen 1. Vista del morro de la escollera Este en la boca de la laguna La Pastoría

RAMÍREZ Rodolfo rodolfo.ramirez@imt.mx  
MONTROYA Miguel miguel.montoya@imt.mx

## EVENTOS ACADÉMICOS Y CONGRESOS

### Taller de movilidad y logística en México.

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y la Dirección General Adjunta para el Desarrollo Económico e Infraestructura de la AMEXID llevaron a cabo el taller de "Movilidad y logística en México". Esto, con el objetivo de ofrecer a los representantes de los países mesoamericanos un panorama general de las instancias y desarrollos tecnológicos para la planeación y operación del transporte en el país.

El taller permitió presentar y discutir las distintas iniciativas mediante un programa de conferencias en donde se contó con la participación de integrantes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el programa del World Resources Institute en Transporte Sustentable y Desarrollo Urbano (CTS-EMBARQ), la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) y del IMT. En las ponencias se abordaron temas sobre el Modelo Nacional de Transporte y Logística, como herramienta de planeación; temas estratégicos relacionados con el funcionamiento del sistema Ferroviario Mexicano; métodos dinámicos de pesos y dimensiones de los camiones de carga en carreteras; así como herramientas para el diagnóstico de seguridad vial de la infraestructura carretera, entre otros.

Los representantes de los países mesoamericanos coincidieron en la importancia de incluir las iniciativas presentadas durante el taller y el IMT ofreció acompañar el proceso de redacción de la política de movilidad y, en su momento, participar con asesoría técnica en la ejecución de los compromisos que se presentarán a los presidentes mesoamericanos en el documento de la política marco de movilidad y logística en diciembre de 2016.



## PUBLICACIÓN

### Un análisis de los sobrecostos de operación vehicular bajo distintas condiciones en el estado superficial de la infraestructura carretera

La infraestructura carretera proporciona una base esencial para el funcionamiento de todas las economías nacionales y genera una amplia gama de beneficios económicos y sociales. Conservar adecuadamente la infraestructura vial es imprescindible para preservar y aumentar estos beneficios.

La elaboración de este trabajo responde a la necesidad de estimar la variación, en términos reales, de los costos de operación vehicular base a precios de 2013, durante el período 2003-2013, bajo distintas condiciones en el estado superficial de la infraestructura carretera. Es esencial mostrar a los responsables de la conservación de carreteras lo importante que resulta mantenerlas en excelente estado de operación para no elevar el valor de las propuestas técnico-económicas de construcción, conservación, reparación, ampliación y modernización de la misma. Por lo tanto, se indican algunas medidas de prevención adecuadas y oportunas para hacer más eficaz el aprovechamiento de los recursos económicos destinados para tales fines. Para el análisis se utilizó el software VOC, versión 4.0, del Banco Mundial.

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

<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt468.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](mailto:notas@imt.mx)

<http://normas.imt.mx/>  
[normas@imt.mx](mailto:normas@imt.mx)

### TELÉFONOS:

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

**www.imt.mx**



Instituto  
Mexicano del  
Transporte



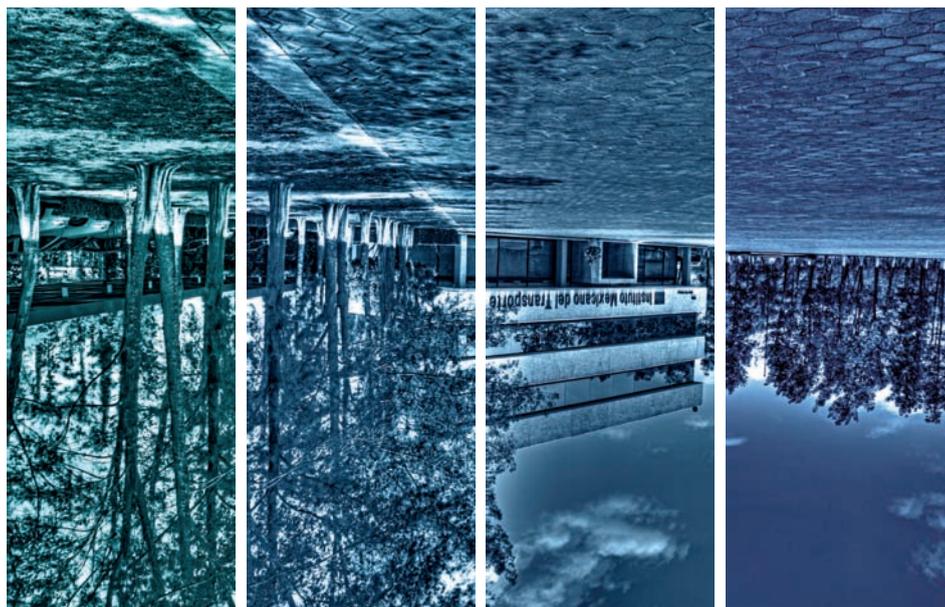
@IMT\_mx

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  
APARTADO POSTAL 1098  
76000 QUERÉTARO, QRO  
MÉXICO

Registro Postal  
Cartas  
CA22-0070  
Autorizado por Sepomex

POR AVIÓN  
AIR MAIL