

LA CONCENTRACIÓN ECONÓMICA EN EL TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS DESPUÉS DE LA DESREGULACIÓN

Introducción

En México, la regulación económica de los servicios de transporte ha variado en las últimas décadas entre dos posiciones relativamente opuestas. Hasta mediados de los años 80 dominó una perspectiva centrada en restringir la competencia económica para fomentar el desarrollo y crecimiento de las empresas participantes en los mercados. A partir de los 90, la estrategia se ha basado en facilitar la competencia para fomentar la eficiencia, la competitividad y la innovación logística de los servicios. Con ello se ha pretendido establecer condiciones de competencia más equitativas, buscando promover el desarrollo del subsector sin la intervención financiera del Estado.

Dentro de las medidas adoptadas por el gobierno mexicano destacan la privatización de las aerolíneas, la reducción de barreras de entrada a los mercados, la liberación de rutas y la desregulación de las tarifas.

El objeto de estudio de nuestra investigación fue la concentración económica en la industria del aerotransporte comercial de pasajeros entre los años 1991 y 2010. En dicho periodo, los mercados han operado bajo condiciones de mayor apertura a la competencia, después de la desregulación iniciada en 1988.

El diccionario Routledge de economía (Rutherford, 2002) define la concentración económica como la medida en que una

industria es dominada por las empresas que tienen mayor participación en el mercado; la métrica se establece con base en las proporciones de ventas, producción, valor añadido o empleo.

La concentración económica es una característica relevante en relación con la estructura de los mercados económicos. De acuerdo con la teoría económica, la estructura de mercado en competencia perfecta se considera la menos concentrada, mientras que monopolio, duopolio y oligopolio, son las que presentan mayores niveles de concentración (Rutherford, 2002). Uno de los efectos esperados de la liberalización económica consiste en la disminución de la concentración y la eliminación o atenuación de las estructuras oligopólicas o monopólicas en los mercados.

CONTENIDO

LA CONCENTRACIÓN ECONÓMICA EN EL TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS DESPUÉS DE LA DESREGULACIÓN	1
PERCEPCIÓN REMOTA APLICADA AL ESTUDIO DEL SECTOR TRANSPORTE EN MÉXICO	9
GLOSARIO	15
PROYECTOS EN MARCHA	16
PUBLICACIÓN	17
EVENTOS ACADÉMICOS	17

Algunos casos de concentración económica se consideran una condición negativa para los consumidores (CFC), dado que en mercados no regulados la empresa dominante puede aprovechar su posición para obtener márgenes de utilidad excesivamente altos, aprovechando la cautividad relativa de los consumidores. Sin embargo, en otros casos la concentración puede ser una condición necesaria para alcanzar un nivel de eficiencia que se traduzca en tarifas cercanas a los costos marginales de producción (CFC). Tal dilema es uno de los elementos centrales en el intenso debate, todavía vigente, sobre la organización ideal de los mercados de transporte¹ (Button, 1993; Benito, 2008).

En el cuadro 1 se muestran las estructuras de mercado típicas que se estudian en economía,

así como algunas de sus características más sobresalientes en términos del número de vendedores, el tipo de producto, el nivel de control sobre el precio y la facilidad de entrada. El nivel de concentración aumenta de izquierda a derecha y conviene destacar que los autores (Vasigh, Fleming, Tacker; 2008) presentan al mercado de las aerolíneas como ejemplo típico de una estructura económica oligopólica.

En México, durante décadas, los servicios de transporte aéreo fueron considerados servicios públicos y su organización económica siguió el modelo de los llamados monopolios naturales. Las tarifas se regulaban y el establecimiento de las rutas respondía a un plan de desarrollo nacional. La rentabilidad financiera de las empresas no era prioritaria y existía un

Tabla 1
Secuencia en la estructura de mercado

Estructura de mercado:	Competencia perfecta	Competencia monopolista	Oligopolio	Monopolio
Número de vendedores:	Enorme	Muchos	Pocos	Uno
Tipo de producto:	Homogéneo	Único	Homogéneo o diferenciado	Único
Control sobre el precio:	Ninguno	Muy bajo	Alto	Muy alto
Facilidad de entrada:	Muy alta	Alta	Baja	Imposible
Ejemplo típico:	Productos agrícolas	Ventas al menudeo	Aerolíneas	Servicios públicos

Fuente: Vasigh, Fleming, Tacker; 2008

¹Por ejemplo, el economista francés Jaques Pavaux (1984), afirma: “La intervención del Estado en ciertos sectores económicos no siempre debe ser considerada como un mal. En el transporte se revela como indispensable para asegurar una expansión estable y equilibrada de esta actividad... contrariamente a una opinión muy extendida, la competencia no siempre es sinónimo de eficacia y en el campo del transporte aéreo se ha mostrado incapaz de gestionar la complejidad del mercado, en interés de la gran mayoría de los consumidores”.

relativo estancamiento de las estrategias comerciales y la innovación logística de las aerolíneas. Bajo dichos criterios de política económica se logró una importante expansión de los servicios y la maduración de la industria aeronáutica; sin embargo, los problemas económicos de mediados de los 80 obligaron un cambio radical de estrategias.

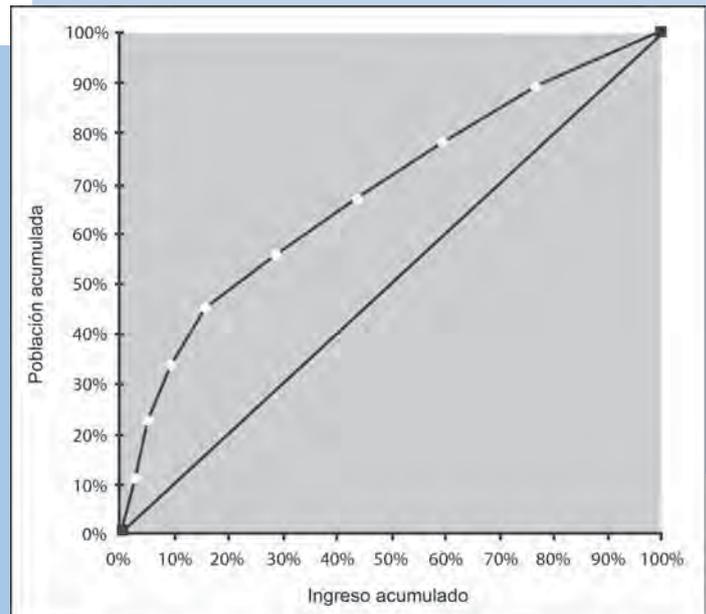
Con la reestructuración del esquema de rutas, iniciada en 1988, y la flexibilización de las

reglas para otorgar concesiones y regular tarifas, se observaron cambios en el número de empresas operando en el mercado, en la distribución de la demanda entre los participantes y entre los segmentos de la aviación (Heredia, 1999). Sin embargo, los cambios han sido fluctuantes, esto es, no siempre en el sentido de aumentar el número de las empresas operando en los mercados. El tema de la concentración económica en la aviación mexicana se ha mantenido relevante durante el proceso de liberalización económica de la actividad y en los años siguientes. Nuestro estudio ha buscado aportar elementos objetivos a su discusión académica, ofreciendo una revisión esencialmente cuantitativa de las variaciones en la concentración económica a lo largo de los últimos veinte años; para ello se ha utilizado un indicador de uso frecuente en economía (Rutherford, 2002) que se conoce como coeficiente de Gini.

La curva de Lorenz y el índice de Gini

Max Otto Lorenz fue un economista estadounidense que a principios del siglo veinte publicó un artículo seminal (Lorenz, 1905) sobre los métodos para medir la concentración de la riqueza. En su artículo, Lorenz hace una revisión crítica de los métodos existentes y propone un procedimiento gráfico a partir de una curva proyectada sobre las frecuencias acumuladas de la población y el ingreso en un espacio geográfico determinado.

En la figura 1 se presenta un ejemplo típico de la curva de Lorenz obtenida con datos discretos. La idea de Lorenz es comparar las deflexiones de la poligonal respecto a la diagonal que conecta al origen (0,0) con el punto (100,100), es decir la bisectriz del cuadrado. Dicha diagonal (con pendiente unitaria) une pares de datos idénticos, (0,0), (10,10), (80,80) etc, por lo que corresponde a una distribución uniforme, en la que el ingreso se distribuye por partes iguales entre todos los participantes.



Fuente: elaboración propia a partir de Lorenz (1905)

Figura 1
Ejemplo de la curva de Lorenz

El caso extremo, opuesto a la diagonal con pendiente unitaria, es la poligonal (triángulo) que se forma al unir sucesivamente los tres puntos (0,0), (0,100), (100,100), y que corresponde a la situación en que un solo individuo concentra el total de los ingresos del grupo, es decir cuando existe concentración máxima.

Entre los dos extremos señalados, existe una gran variedad de posibilidades y la regla de Lorenz indica que entre más se aleje la poligonal del caso uniforme (mayor convexidad), mayor será la concentración.

No obstante que el trabajo de Lorenz fue publicado hace más de un siglo, el aporte teórico se mantiene vigente (Charles-Coll, 2011) y existen gran cantidad de trabajos que utilizan indicadores econométricos basados en la curva de Lorenz, como el índice de Gini. Corrado Gini fue un destacado estadístico y economista italiano que a principios del siglo veinte publicó una serie de artículos (Basulto,

Romero; 2003) en los que propone y analiza un indicador para medir la concentración, con base en la media ponderada de las desigualdades relativas de una población. El índice de Gini se usa para medir la concentración industrial en mercados, o la concentración del ingreso a nivel nacional (Furió y Alonso, 2008; Charles, 2011).

No obstante que el fundamento original de Gini para su indicador es de naturaleza estadística (como un promedio de diferencias), en un artículo de 1914 expuso detalladamente la relación geométrica que guarda con la curva de Lorenz (Basulto, Romero; 2003), permitiendo la interpretación del coeficiente como una razón de áreas.

La figura 2 muestra las áreas A y B que se forman por arriba y por debajo de la curva de Lorenz. El índice de Gini es la razón entre el

área A y la suma de las áreas A y B. La idea es que en el caso de una distribución uniforme el coeficiente toma el valor 0 (cuando el área A vale cero) y para una concentración máxima toma el valor 1 (cuando el área B vale cero).

Con base en la figura 2 y llamando G al coeficiente de Gini, se tiene:

$$G = \frac{A}{A+B} = \frac{A}{0.5} = 2A \quad \dots (1)$$

Cuando es posible expresar la curva de Lorenz como una función continua, el índice de Gini se puede obtener mediante técnicas convencionales de cálculo, pues el área B es la integral definida entre 0 y 1 de la función de Lorenz. Sin embargo, lo usual es que los datos sean discretos, por lo que la curva de Lorenz toma la forma de una poligonal (ver Fig. 3); en dicho caso, el cálculo del coeficiente de Gini se puede realizar mediante una gran variedad de técnicas, algunas estadísticas, a partir de los propios datos, y otras geométricas, a partir de las áreas de los triángulos y trapecios que se forman con los segmentos de recta.

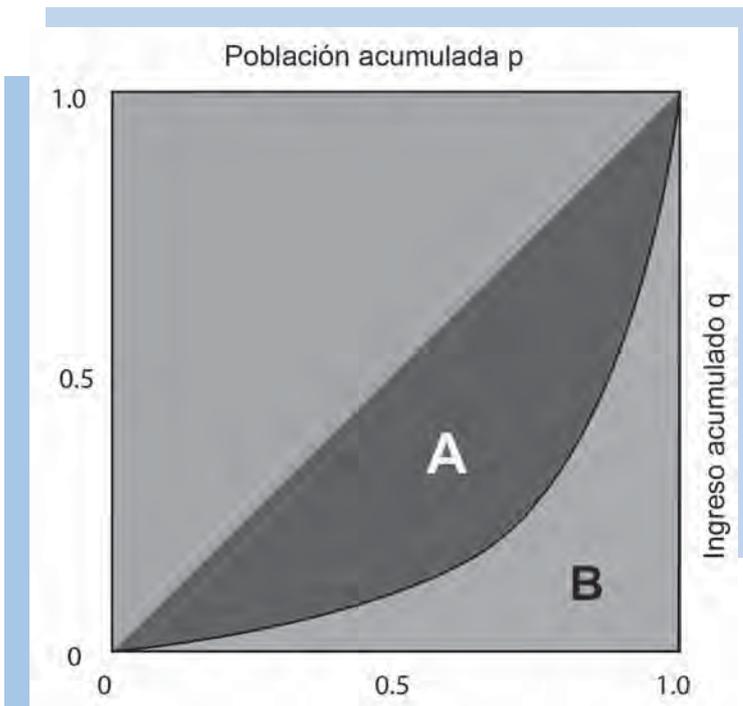
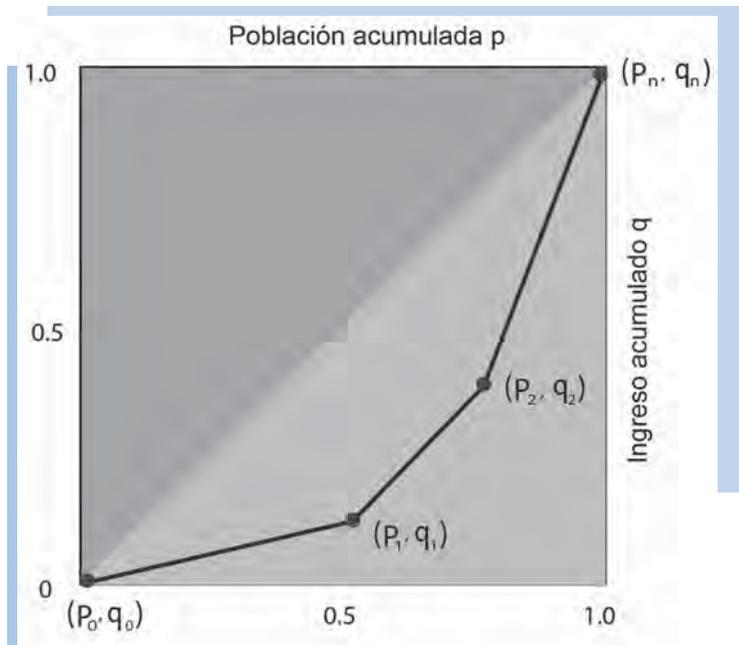


Figura 2
Áreas para la determinación del índice de Gini a partir de la curva de Lorenz



Fuente: Elaboración propia

Figura 3
Curva de Lorenz a partir de datos discretos

Si x es una variable económica asociada con cada individuo en un colectivo P , y n el número de individuos, la curva de Lorenz se define como la aplicación $p_i \rightarrow q_i$, para todo i , donde:

$$p_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100; \quad q_i = \frac{u_i}{u_n} \cdot 100; \quad u_i = \sum_{j=1}^i x_j n_j;$$

$$N = \sum_{j=1}^n n_j; \quad N_i = \sum_{j=1}^i n_j \quad \forall j \leq n$$

Con base en la nomenclatura anterior el coeficiente de Gini se expresa mediante la siguiente expresión (Furió y Alonso, 2008):

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} [p_i - q_i]}{\sum_{i=1}^{n-1} p_i} \quad \dots (2)$$

Por otra parte, la expresión clásica del coeficiente de Gini, como la media de las diferencias relativas entre todos los individuos del colectivo P , se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|}{2n^2 \bar{x}} \quad \dots (3)$$

Cuando los individuos se encuentran ordenados en un rango i ascendente de menor a mayor ingreso (o participación) la ecuación (3) se expresa mediante cualquiera de las siguientes dos expresiones:

$$G = \frac{2}{n^2 \bar{x}} \sum_{i=1}^n i (x_i - \bar{x}) \quad \dots (4)$$

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i} \quad \dots (5)$$

En nuestra investigación hemos utilizado la ecuación (4), mediante una hoja de cálculo,

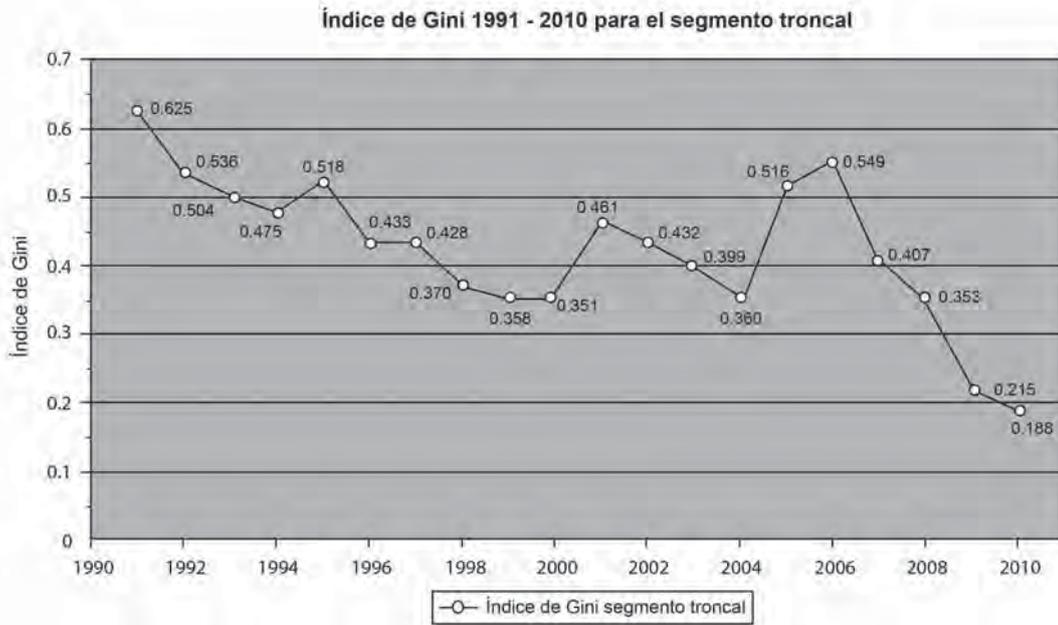
para realizar los cálculos de los coeficientes de Gini que se exponen en los apartados siguientes.

Comportamiento del índice de Gini en los servicios troncal y regional de la aviación comercial mexicana

En este apartado se presentan las series de tiempo de los valores del índice de Gini para el periodo 1991 – 2010. En el estudio hemos considerado que la aviación comercial mexicana se divide en dos mercados substancialmente distintos, y que, por lo tanto, fueron estudiados por separado, los segmentos troncal y regional.

El índice de Gini ha sido calculado con base en la participación absoluta de cada aerolínea en términos del número de pasajeros transportados anualmente en cada mercado. En la gráfica de la figura 4, que corresponde a los servicios en el mercado troncal, se puede observar que el indicador muestra una clara tendencia decreciente. En los veinte años estudiados, sólo hay tres momentos en que el índice muestra una regresión hacia valores más altos, esto es en 1994, 2000, y 2004 - 2005; con excepción de dichos periodos, en todos los demás años tiene un comportamiento descendente.

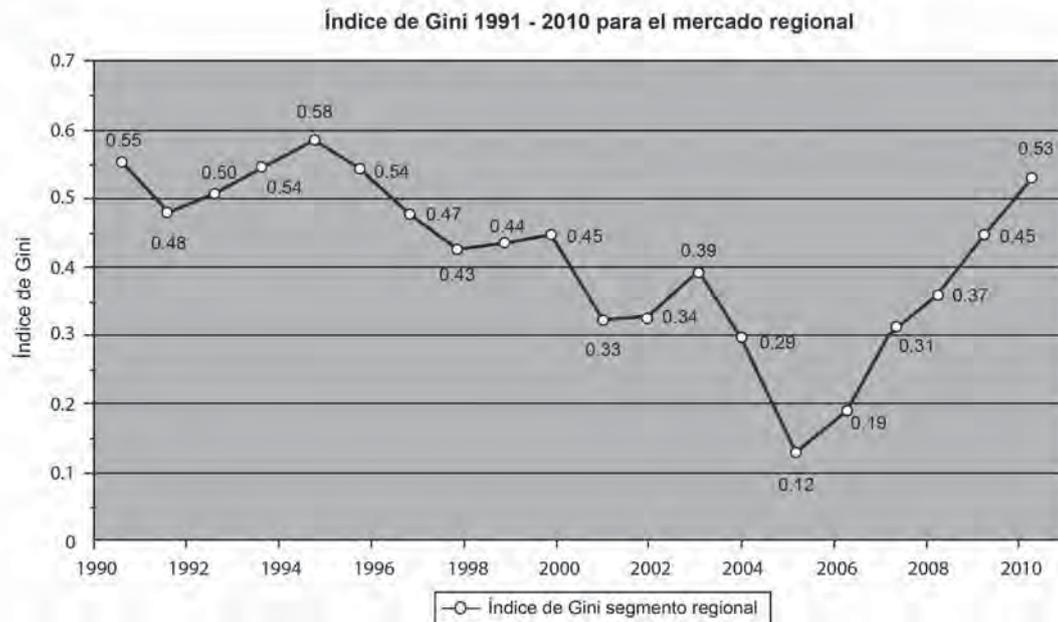
En la gráfica de la figura 5, que corresponde a los servicios en el mercado regional, se puede observar que a partir de 1995 el índice de Gini mostró una fuerte tendencia descendente que culminó diez años después (en 2005), hasta alcanzar un valor cercano a cero (0.12), para ascender fuertemente en los siguientes cinco años y regresar al rango de los valores iniciales. Se puede afirmar que el indicador se mantuvo relativamente estable en los primeros nueve años, para mostrar una etapa de fuertes cambios, en los años siguientes. Para los servicios troncales, los valores del índice de Gini indican que en años recientes la demanda se distribuye de manera más



Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Serie de tiempo del índice de Gini calculado anualmente para el segmento troncal de la aviación comercial mexicana en el periodo 1991 - 2010



Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Serie de tiempo del índice de Gini calculado anualmente para el segmento regional de la aviación comercial mexicana en el periodo 1991 - 2010

uniforme (entre las empresas participantes) que al inicio del periodo, y que la concentración económica ha disminuido en los años posteriores a la desregulación del mercado.

En el caso de los servicios regionales, el comportamiento del índice de Gini no muestra una tendencia general claramente definida, pues en los primeros años registra un descenso casi continuo, para después mostrar una fuerte regresión hacia valores similares a los que tuvo en los años 1990. El indicador sugiere que en este segmento la concentración económica se encuentra en un nivel similar al que existía al inicio de la desregulación, mismo que se puede considerar alto.

En el estudio, en varios de los años analizados, se encontró un resultado que puede parecer paradójico: cuando se redujeron el número de empresas participantes, la concentración también disminuyó.

La explicación se encuentra en el hecho de que el índice de Gini es independiente del tamaño absoluto de la demanda y del número de empresas participantes, sólo mide la uniformidad de la distribución. En consecuencia, si en el mercado hay empresas con participación baja, junto con empresas con participación alta, la distribución no es uniforme y el índice tiende a ser mayor; cuando las empresas con baja participación salen del mercado y las empresas que permanecen tienen una participación similar entre ellas, el indicador tiende a disminuir, sin importar que haya menos participantes.

Comentarios finales y conclusiones

En el estudio se ha encontrado que el número de empresas que atienden los mercados aerocomerciales mexicanos es muy reducido y que en años recientes ha disminuido todavía más. Tal situación cuestiona fuertemente la posible existencia de una estructura de mercado en competencia perfecta, aunque

los índices de concentración se mantengan en valores bajos. La conclusión en este sentido es que la estructura de los mercados aerocomerciales mexicanos se asemeja más a una situación de competencia monopolística o a una estructura oligopólica, dependiendo de la diferenciación que pueda existir en el producto ofrecido por las aerolíneas.

Una situación destacable es que las dos aerolíneas que dominaban fuertemente el segmento troncal del mercado doméstico (Aeroméxico y Mexicana) al inicio de la desregulación, actualmente han perdido dicha posición preponderante. El ingreso al mercado de las aerolíneas de bajo costo a partir de 2005, en combinación con la reducción de la demanda a partir de 2008, ha cambiado radicalmente el panorama de la distribución de la demanda en el segmento troncal. Al inicio de 2011, Mexicana de Aviación ya no está presente y la empresa dominante en el mercado es Interjet, seguida por Aeroméxico y Volaris.

Cabe señalar que Aeroméxico, no obstante la disminución de su presencia en el mercado troncal, sigue dominando claramente el segmento internacional y ha fortalecido fuertemente su presencia en el segmento regional, por medio de su filial Aerolitoral (Aeroméxico Connect), misma que actualmente atiende más demanda que su propia empresa matriz.

En los veinte años analizados, doce aerolíneas han participado en algún momento en la prestación de servicios troncales, de ellas sólo cuatro permanecen actualmente en el mercado. Dichas cifras indican un porcentaje de fracasos mayor al 60%.

En el segmento regional la situación del número de empresas participantes presenta un comportamiento aún más inestable que en el troncal. En los veinte años estudiados, igual número de empresas han participado

en el negocio; sin embargo, la gran mayoría han fracasado (el 80%). La permanencia promedio es de 7 años, pero cinco empresas estuvieron incluso menos de tres años. Actualmente cuatro aerolíneas atienden el segmento regional, tres de ellas con bastante éxito (en términos del número de pasajeros transportados).

No obstante las evidentes dificultades de la mayoría de las aerolíneas para permanecer en el segmento regional, la vitalidad económica de dicho segmento es digna de ser destacada. El número de pasajeros transportados ha crecido con una tasa promedio anual cercana al 14% entre 1991 y 2010; sin embargo, si se considera sólo el periodo entre 2005 y 2009, la tasa alcanza el 25% anual. Dichas tendencias de crecimiento son muy altas en comparación con el comportamiento de la mayoría de las ramas de la economía mexicana y resultan significativas al compararse con el modesto crecimiento del segmento troncal, que efectivamente ha crecido, pero con una tasa por debajo del 1.5% promedio anual. El dinamismo del mercado regional se refleja en el crecimiento de la demanda atendida por tres aerolíneas que han resultado muy exitosas: Aeroméxico Connect, Aeromar y Magnicharters, pero muy especialmente la primera, que pasó de transportar 87 mil pasajeros en 1991, a más de 4.5 millones en 2010.

La evidente importancia, histórica y económica, de Mexicana de Aviación y sus filiales regionales Mexicana Click y Mexicana Link, hace que su salida de los mercados internacional, troncal y regional necesariamente traiga modificaciones relevantes a la distribución actual de la demanda entre las empresas participantes, situación que seguramente será reflejada en los indicadores a partir de 2011. En ese sentido, consideramos conveniente continuar los análisis presentados en este reporte, con información proveniente de los años subsiguientes.

Referencias

- Basulto Santos, Jesús; Romero García, José Enrique (2003). Acerca de "Sulla misura della concentrazione e della variabilità" de Corrado Gini. Anales de Economía Aplicada 2003, Asociación Internacional de Economía Aplicada, Almería.
- Benito, Arturo (2008). Descubrir las compañías aéreas. Aena Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, España.
- Button, Kenneth (1993). Transport Economics. 2nd. ed. Edward Elgar, UK.
- Charles-Coll, Jorge (2011). Understanding Income Inequality: Concept, Causes and Measurement. International Journal of Economics and Management Sciences. Vol. 1, No. 3, pp. 17-28
- Comisión Federal de Competencia (CFC). El procedimiento de concentraciones. Promocional informativo, México.
- Furió Blasco, Elíes; Alonso Pérez, Matilde (2008). Concentración económica, algunas consideraciones sobre su naturaleza y medida. Boletín Económico de ICE, No 2947, septiembre de 2008.
- Heredia Iturbe, Francisco (1999). La Reestructuración del Transporte Aéreo en México 1987 - 1996. Publicación Técnica 123. Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México.
- Lorenz, M. O. (1905). Methods of Measuring the Concentration of Wealth. American Statistical Association, New Series, No 70, June.
- Pavaux, Jacques (1984). L'économie du transport aerien. La concurrence impracticable. París, Económica. Citado en: Benito, Arturo. Descubrir las compañías aéreas. Aena Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, España, 2008.
- Rutherford, Donald (2002). Routledge Dictionary of Economics. Routledge, London.
- Vasigh, Bijan; Fleming, Ken; Tacker, Thomas (2008). Introduction to Air Transport Economics. Ashgate Publishing Limited. Hampshire, England.

PERCEPCIÓN REMOTA APLICADA AL ESTUDIO DEL SECTOR TRANSPORTE EN MÉXICO

Introducción

En la actualidad, la percepción remota ha permitido al hombre ampliar su capacidad visual y tener elementos propios de análisis enmarcados en el método científico, que le permiten resolver diversos problemas de investigación experimental.

El valor de las imágenes de satélite y la información extraída de ellas son evidentes. Ofrecen una visión global de objetos y detalles de la superficie terrestre que facilitan la comprensión de las relaciones que suceden en el espacio y no pueden verse a simple vista cuando estas se observan sobre la superficie terrestre. El carácter "remoto" de la teledetección aumenta también este valor, ya que proporciona una visión más amplia del planeta sin tener que estar en contacto físico con el objeto de estudio.

Es importante mencionar que por primera vez se obtuvo una licencia multiusuario de imágenes de satélite, para un Gobierno Federal por parte de la empresa SPOT Image®, mismas que son utilizadas por las dependencias e instituciones en los tres niveles de gobierno, así como por las universidades e instituciones públicas de nivel superior dedicadas a la investigación científica; La adquisición de las imágenes de los satélites SPOT, por parte del Gobierno Federal, representa una herramienta fundamental para el desarrollo y la modernización que el país requiere.

Dentro de la visión del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se encuentra la investigación aplicada de excelencia que lo acredite como el brazo científico y tecnológico de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), es por ello que esta nueva "línea de investigación", no puede quedar ajena a la evolución de la institución.

Instituto Mexicano del Transporte

Objetivos:

- Evaluar y determinar el potencial de implementación y aplicación de imágenes de satélite del sensor SPOT, al estudio del sector transporte en el país.
- Elaborar un mosaico de imágenes de satélite a nivel regional, que de sustento a las aplicaciones de las imágenes del sensor SPOT para los estudios del transporte en el país.

IP Programa SPOT

La constelación SPOT, son satélites artificiales desarrollados por el Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia (CNES) en colaboración con el gobierno de Bélgica y Suecia y fabricados por EADS Astrium. Spot Image® es una compañía de servicios de observación de la Tierra líder en su sector que ofrece productos y soluciones basados en imágenes a clientes de todo el mundo desde 1986. La sede central del grupo Spot Image® se encuentra en Toulouse, Francia. La distribución se realiza mediante una red internacional de socios y estaciones de recepción.

Con una constelación de cinco satélites, solo dos permanecen actualmente en servicio operativo: SPOT 4 y SPOT 5. Ambos en órbita polar, circular y heliosincrónica sobre la Tierra.

Su historia:

- SPOT 1, lanzado en Febrero de 1986 (sin operar desde noviembre de 2003).
- SPOT 2, lanzado en enero de 1990 (sin operar desde julio de 2009).

- SPOT 3, lanzado en Septiembre 1993, (sin operar por problema técnico desde 1996)
- SPOT 4, lanzado en marzo de 1998
- SPOT 5, lanzado en mayo de 2002
- SPOT 6 y SPOT 7, Serán lanzados en Septiembre de 2012 y Enero de 2014 respectivamente para trabajar hasta el año 2023.

La constelación de satélites SPOT ofrece una capacidad operacional diaria de adquisición, prácticamente de cualquier punto del globo terráqueo con una resolución de diez metros. El Spot 5 transmite imágenes con una resolución de 2.5 metros en una franja muy amplia. Además, el instrumento HRS (High Resolution Stereo), de SPOT 5 permite la adquisición simultánea de pares estereoscópicos para la generación de maquetas digitales en relieve para aplicaciones de cartografía tridimensional.

SPOT 6 y SPOT 7 transmitirán imágenes con una resolución de 1.5 metros por pixel en pancromático y 6 metros para multiespectral, y formarán parte de la nueva constelación de satélites de observación de la Tierra diseñada para garantizar la continuidad de la disponibilidad de los datos de alta resolución y campo amplio hasta 2023. Incorporarán las innovaciones tecnológicas y operativas con las que cuenta actualmente, la constelación Pleiades (60 cm. de resolución) puestos en órbita en agosto y diciembre del 2011.

CoConvenio ERMEXS

El Gobierno de México, representado por la Secretaría de Marina (SEMAR) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sumaron esfuerzos para llevar a cabo la instalación, custodia y operación de la Estación de Recepción México de la constelación SPOT (ERMEXS) en el año 2003; La cual consiste en una terminal avanzada para la recepción,

almacenamiento, extracción y archivo de datos del sensor SPOT, así como su administración y procesamiento.

En su operación, ambas dependencias han integrado también a personal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) como un ejemplo de colaboración interinstitucional a fin de responder con prontitud y eficacia a las necesidades tecnológicas en obtención de imágenes de satélite.

La ERMEXS, se ubica en las instalaciones de la SEMAR, en la ciudad de México, y es operada por un consejo directivo en el que participan la SEMAR y el INEGI bajo la coordinación del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP) dependiente de la SAGARPA. Cada uno de los satélites pasa dos veces al día sobre el territorio nacional y pueden enviar hasta cien fotografías diariamente. Cada toma cubre áreas de hasta 3 mil 600 kilómetros cuadrados, por lo que con 822 imágenes se puede tener la cobertura total de la superficie terrestre del país.



Fuente: http://www.semar.gob.mx/sitio_2/informacion-sector/ciencia/ermexs.html

Figura 1

Instalaciones de la ERMEXS en la SEMAR

Entre los principales usuarios de la Administración Pública Federal (APF) están, las secretarías de estado, los gobiernos de las entidades federativas, centros de investigación y universidades públicas. Cabe señalar que el servicio a estas instituciones se entrega de manera gratuita con base en convenios firmados.

En Noviembre del 2009, el IMT firmó un convenio de colaboración para designar a los autores de este artículo, como gestores oficiales ante el programa ERMEXS, para el uso exclusivo e irrestricto de imágenes de satélite de este sensor. En Febrero de 2011, el IMT solicitó el 6to cubrimiento nacional, con nivel de procesamiento 1A, y desde entonces se ha trabajado sobre el desarrollo y aplicación que beneficie de cualquier manera al sector transporte en el país.

De: **Desarrollo de aplicaciones**

Contando con imágenes de satélite y con la infraestructura necesaria para el desarrollo y explotación de las mismas, se procedió a la

incursión de esta nueva línea de investigación por parte de la USIG dentro del IMT, documentando algunas aplicaciones existentes en el mundo con este tipo de sensor, tales como: Defensa, Seguridad, Ordenamiento Ecológico, Catastro, Agricultura, Hidrología, Hidrografía, Geografía, entre otras.

De lo anterior, surge la necesidad de definir procedimientos de foto-identificación de infraestructura existente y/o determinación de firmas espectrales (si fuera el caso) para la clasificación de elementos de transporte de manera semi-automatizada aplicados a imágenes de satélite.

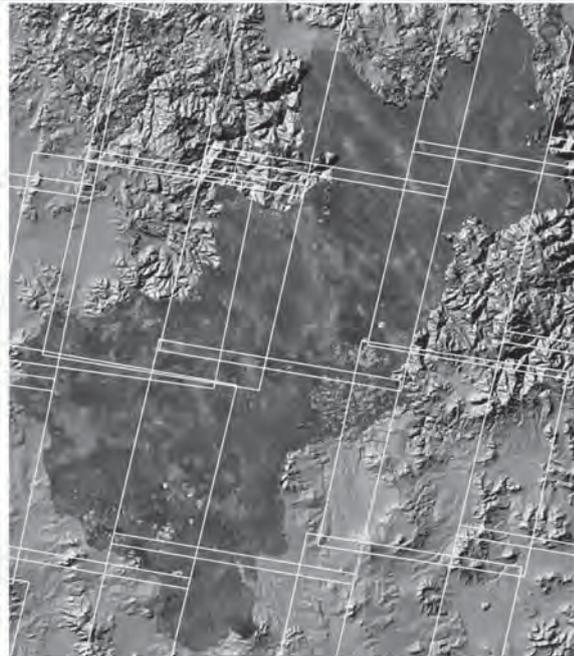
Una de las primeras actividades fue la realización de una imagen satelital georreferida a través de la unión de varias escenas. Se comenzó con la elaboración de un mosaico a nivel estatal, se eligió al estado de Querétaro (estado donde se localiza el IMT), el cual serviría de base y referencia para la foto-identificación de caminos rurales, ubicación y obtención de su trazo, así como la corrección geométrica de los vectores de las carreteras



Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Imagen que ilustra la corrección geométrica del trazo de una carretera, con ayuda de un mosaico de imágenes de satélite de fondo a manera de guía



Fuente:Elaboración propia

Figura 3

Imagen que ilustra el mosaico SPOT del estado de Querétaro, formado por 12 escenas, encima de color rojo, el polígono del estado de Querétaro

que fueron capturados en campo vía GPS, y que en gabinete presentan algún tipo de anomalía, que suceden cuando el receptor GPS se encuentra en una zona de afectación y/o mala recepción de la señal, por lo que no está claramente definido dicho trazo, una imagen orto-rectificada sirve de apoyo para la obtención de la información que no fue posible su captura en campo.

El mosaico elaborado del estado de Querétaro en imágenes SPOT, está conformado por 12 escenas, tomadas en Julio del 2010, por el Satélite 5, en pancromático, con nivel 1A de procesamiento.

Se utilizaron las carreteras del Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte (INIT) 2007 del IMT, como puntos de control para hacer su corrección geométrica de los elementos, junto con la red geodésica nacional del INEGI. El software gestor de imágenes de satélite utilizado fue ENVI. Vr. 4.6 con su módulo de Rigorous rectification y se utilizó la proyección UTM zona 14 con



Fuente:Elaboración propia

Figura 4

Imagen del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Querétaro (AICQ), encima los vectores del INIT 2007, para comprobar la calidad de la información capturada en campo, vía GPS

datum WGS84. El tamaño del mosaico del estado de Querétaro, resultó ser de 95304 columnas X, 105649 renglones Y, con un peso aproximado de 10 Gb. En tamaño real a 8 bits (255 grises), pero se utilizó el compresor ER- Mapper, quedando un archivo, ECW a 700 Mb.

La realización de este tipo de estudios es de suma importancia para la USIG, debido a que anteriormente a la incursión de las imágenes de satélite, esta tarea (apoyo a la digitalización y corrección del trazo carretero en gabinete) se realizaba a través del servicio WMS de ortofotos del INEGI. http://antares.inegi.gob.mx/cgi-bin/map4/mapserv_orto?

Conclusiones

El acceso a las imágenes de satélite de la antena ERMEXS ha generado expectativas para la generación de proyectos a nivel regional y nacional. México es el único país en

el mundo que cuenta con una multi-licencia, lo que significa contar con amplias ventajas en costos para la utilización de dichas imágenes. La obtención de imágenes SPOT, sin cargo por parte de ERMEXS ha permitido al IMT el desarrollo de estudios y proyectos que por el costo de las imágenes hubieran resultado poco factibles de desarrollar. Esto ha favorecido la optimización de los recursos financieros institucionales de la APF al reducirse el costo de los proyectos y se ha evitado la duplicidad de adquisición de este tipo de información.

Se ha incrementado la calidad de los estudios y proyectos al disponer de imágenes actuales y de mayor resolución, así como el desarrollo de metodologías más ágiles para su procesamiento y obtención de resultados en intervalos más reducidos de tiempo.

Si bien es de utilidad directa para las instituciones de gobierno y académicas, el beneficio es para la población en su conjunto;



Fuente:Elaboración propia

Figura 5

Imagen que ilustra el mosaico SPOT de la ciudad de Querétaro, con vectores del INIT 2007, para comprobar la calidad de la información capturada en campo vía GPS

particularmente para el sector agropecuario, forestal, pesquero, de recursos naturales, del medio ambiente y de telecomunicaciones y transporte, que obtienen información geoespacial de primer nivel para la toma de decisiones que impactan en el desarrollo nacional.

Para el caso específico del transporte, está más que probado que las técnicas de Percepción Remota tienen el potencial de proveer información detallada de caminos y redes de transporte y puede ofrecer una forma más económica y rápida para mejorar las prácticas comunes para la observación y el inventario de la red de transporte (Jensen and Cowen 1999, Usher 2000). La cartografía digital debido a que está geo-referenciada, se liga fácilmente a variables censales e indicadores socioeconómicos y ambientales. De tal suerte que facilita la extracción de información y la construcción de indicadores de calidad de vida y desarrollo.

Con respecto al sensor específicamente de SPOT para esta aplicación, se concluye, que a pesar de sus 4 bandas espectrales, muchas de las posibles aplicaciones de las imágenes de satélite al transporte necesitan de diferentes tipos de sensores (mayor resolución espacial y espectral) que las que ofrece SPOT, (con todo y la pancromática de 2.5 m). Dentro de su continua evolución, habrá que esperar los productos que se obtengan de los satélites SPOT 6 y SPOT 7, con 1.5 m de resolución espacial, así como la constelación de satélites Pleiades, lanzados en 2011 con resoluciones sub-métricas de 60 cm.

Los costos para la obtención tanto de licencias comerciales (software gestor de imágenes de satélite) como de imágenes de satélite es aún muy elevado, se necesita abaratar aún más estos costos, y/o buscar otras alternativas,

llámese software libre (existente), así como la búsqueda de nuevos sensores remotos menos comerciales, como satélites japoneses, hindúes, griegos, ó rusos.

Referencias

Backhoff, M. A. 2005. Transporte y espacio geográfico. Una aproximación geoinformática. UNAM. México.

Campbell, J.B. 1987. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press, New York, USA.

Canada Centre for Remote Sensing (CCRS). 2000. Fundamentals of Remote Sensing. Vancouver, Canada.

Lilles, T.M. y Kiefer, R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley and Sons Inc., New York, USA.

Lira J. 1995. La percepción remota: nuestros ojos desde el espacio. Fondo de Cultura Económica, México.

Sensores Remotos & SIG (SRGIS). 2006. Guía básica sobre Imágenes Satelitales y sus productos. Colombia.

Transportation Research Board. 2003. Remote Sensing for Transportation: Products and Results Washington, D.C. Report of a conference, conference proceedings Num. 29 ISBN 0-309-08551-9

<http://www.spotimage.com>

<http://www.astrium-geo.com/es/>

<http://www.digitalglobe.com>

<http://www.geoeye.com>

<http://www.itvis.com/>

http://www.semarn.gob.mx/sitio_2/informacion-sector/ciencia/ermexs.html

<http://www.mapas.gob.mx>

GONZÁLEZ Jonathan
jgonzalez@imt.mx
MORALES Elsa
emorales@imt.mx
VÁZQUEZ Juan Carlos
jcarlos@imt.mx

GLOSARIO

Artículo 1:

Mercado. Mecanismo de intercambio en el que interactúan compradores y vendedores de un producto, factor de producción, o valores financieros.

Regulación económica. Control de las actividades económicas ejercido por el gobierno o alguna otra organización, como las asociaciones industriales de comercio. La regulación económica puede incluir controles de precios, del intercambio comercial internacional, o de la política de competencia en los mercados.

Monopolio. Estructura de mercado que se caracteriza por la presencia de un vendedor, múltiples compradores, carencia de bienes sustitutos, y severas dificultades para el ingreso de competidores adicionales.

Oligopolio. Estructura de mercado que se caracteriza por la presencia de pocas empresas oferentes, múltiples compradores, productos homogéneos o diferenciados, y altas dificultades para el ingreso de competidores adicionales.

Artículo 2:

Imagen de satélite: Imagen digital (formato raster), donde cada píxel tiene asignado un valor numérico que hace referencia a la energía solar irradiada (en longitud de onda larga) de la superficie terrestre, la cual es captada y grabada por un sensor (el cual puede estar a bordo de un satélite) y esta es agrupada dentro de una determinada longitud de onda dentro del espectro electromagnético (banda espectral). La cual nos permitirá obtener información de la superficie terrestre, sin realmente estar en contacto físico con el objeto de estudio.

Teledetección: Vocablo equivalente al término anglosajón "remote sensing" que usualmente se traduce como "percepción remota". Método científico de observación a distancia de un sistema físico, que ha permitido al hombre ampliar su capacidad visual por medio del registro de energía (emitida y/o reflejada) para su procesamiento, análisis y aplicación de la información, a través del uso de Sistemas de Información Geográfica y/o software especializados para la gestión de imágenes de satélite.

Sistema de Información Geográfico "SIG": integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

Pixel: Menor unidad posible con la que se compone cualquier imagen digital en una computadora. Para almacenar la información de una imagen, cada píxel se codifica mediante un conjunto de bits de una longitud determinada (profundidad de color). Un solo píxel puede codificarse con una profundidad de color de 8 bits (1 byte), y esto permite que pueda tomar hasta 256 variantes de color (2 elevado a 8). En las imágenes fotográficas se suelen usar tres bytes (24 bits) para definir cada color de cada píxel, con esto pueden representarse 16.777.216 de colores. Este tipo de imágenes se denomina true verdadero.

PROYECTO EN MARCHA

Sin Siniestralidad vial de carreteras en su acceso a áreas urbanas

La seguridad vial consiste en el estudio y aplicación de estrategias para minimizar la ocurrencia de accidentes tanto en vías urbanas como suburbanas. Esta rama de la ingeniería ha ido tomando cada vez más fuerza por su gran importancia desde el punto de vista humano y económico; alrededor del mundo se han hecho varios estudios al respecto.

El presente estudio surgió de una revisión a los reportes de accidentabilidad de una de las carreteras de cuota más utilizadas en el país, la autopista Cuernavaca-Acapulco, o también conocida como la "Autopista del Sol". Según los reportes de accidentes de los años 2008, 2009 y 2010, el tramo con más confluencia de accidentes tomando en cuenta ambos sentidos de esta autopista se encuentra entre los kilómetros 96 y 111, siendo el punto más conflictivo el km 98-99. Así bien, analizando esta información y el levantamiento fotográfico del tramo, se llegó a la teoría de que esta situación se producía cuando la autopista se veía absorbida por la mancha urbana; ocasionando que esta vía (concebida inicialmente como una autopista para largos recorridos), fuese usada como una arteria principal para el recorrido interurbano.

En este estudio se discute el problema que se crea cuando una "autopista" se ve invadida por un núcleo urbano, las causas de su alta concentración de accidentes y se plantean soluciones a esta situación; la cual no sólo se presenta en esta vía, sino en varias carreteras de nuestro país.

Sin duda alguna, son muchos los factores que se interrelacionan para que una carretera o

tramo de ella se considere peligroso; factores humanos, propios de la vialidad, características del vehículo y del medio ambiente se combinan de manera negativa para producir accidentes. En este trabajo se busca demostrar que, cuando la densidad vehicular de un tramo carretero aumenta (estando aún dentro de la zona de subsaturación), como es el caso de accesos carreteros que van quedando dentro de las áreas urbanas a consecuencia del crecimiento de éstas, los índices de siniestralidad aumentan. Lo anterior significa que la disminución de la calidad del flujo como consecuencia de la mayor interacción vehicular en el tramo y la mezcla de flujos de diferente naturaleza (largo recorrido, recorridos locales, etc.), también se traduce en un incremento de la siniestralidad vial. Por lo tanto, como un requisito de la seguridad vial, debe proporcionarse una buena calidad de flujo.

En la presente investigación se analizan todos estos factores en el caso específico de cuando una carretera hace conexión con un área urbana y se generan recomendaciones.

MENDOZA Alberto
mendoza@imt.mx
GARCÍA Antonio
antoniogarciach@imt.mx
CADENGO María
maria_kd@hotmail.com

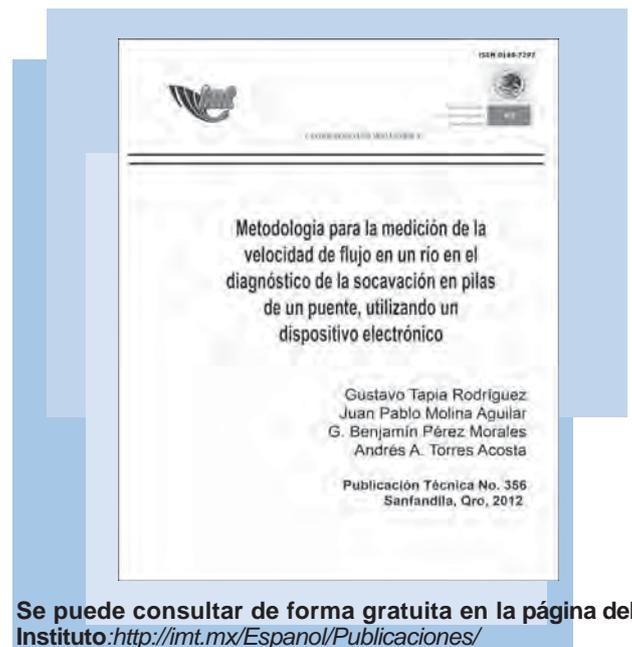
PUBLICACIÓN

Metodología para la medición de la velocidad de flujo en un río en el diagnóstico de la socavación en pilas de un puente, utilizando un dispositivo electrónico

En la **Publicación Técnica 356** se muestran dos importantes áreas de estudio; que si bien son un enfoque de la hidráulica, concluyen en común con la seguridad de puentes que podría ser afectada por el fenómeno de socavación de su sistema de soporte.

Por un lado, muestra el uso de nuevas tecnologías para la medición de velocidades o caudales en cauces naturales, en particular el uso del equipo conocido como Flow Tracker.

Por otro lado muestra un estudio del comportamiento del flujo frente a una pila de un puente ya existente, el cual se ubica en el camino que comunica la comunidad de Chincua con el Municipio de Tlalpujahua, en el estado de Michoacán.



EVENTOS ACADÉMICOS

HDM 4 y su aplicación a la gestión de Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC)

En los últimos años, el sistema de HDM-4 ha generado un notable interés entre entidades públicas y privadas como alternativa para la evaluación de inversiones en infraestructura carretera. Este interés se ha acrecentado recientemente debido a la aplicación de HDM-4 por parte de la Dirección General de Conservación de Carreteras de la SCT (DGCC) en la formulación de los Contratos Plurianuales

de Conservación de Carreteras (CPCC), y en el requerimiento a los adjudicatarios de estos contratos de sustentar sus programas de conservación en HDM-4 o en una herramienta similar. Tomando en cuenta el interés existente en el país por HDM-4 y su aplicación específica a los CPCC, el IMT y la DGCC han organizado de manera coordinada este curso internacional sobre "HDM-4 y su aplicación a la gestión de

Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC)”.

Del 30 de julio al 3 de agosto se llevó este curso en las instalaciones del Instituto, el cual tuvo como objetivo principal Introducir los conceptos fundamentales en los que se basan las aplicaciones de HDM-4 y capacitar a los participantes en el uso básico de esta herramienta, a través de un conjunto de talleres en los que se trataron aspectos como el ingreso y modificación de información, la configuración y ejecución de los distintos tipos de aplicaciones de HDM-4 y la interpretación de resultados.

Este curso estuvo dirigido a servidores públicos de los distintos niveles de gobierno encargados de la conservación y modernización de carreteras. A personal técnico y directivo de empresas adjudicatarias de contratos CPCC o interesadas en participar en la licitación de estos contratos, a profesionales de empresas involucradas en otro tipo de esquemas de participación público-privada para la conservación y modernización de carreteras, y a todos los profesionales interesados en la aplicación de HDM-4 en la evaluación de inversiones en infraestructura carretera.

Tuvo una asistencia de 46 participantes de los cuales provinieron de la Dirección General de la Conservación de Carreteras-SCT, del Centro SCT de San Luis Potosí; de la Universidad Autónoma de Querétaro y de la Universidad Autónoma de Chihuahua, así como de las empresas Gestión, Servicios y Consultoría para la Obra Pública, S.A. de C.V., Dytecsa, S.A. de C.V., Cymap, S.A. de C.V., Audingmex, S.A. de C.V., Coconal, S.A. de C.V., Viatest S de R.L. de C.V., DYM Mexiquense de Tramos Viales, Ingeniería y Procesamiento Electrónico, S.A. de C.V., SemMateriales México, Grupo Mexicano de Desarrollo, FOA Ingeniería y Servicios S de R.L. de C.V., GMD Operadora de Autopistas, S.A. de C.V., Servicios Mexicanos

de Ingeniería Civil, S.A. de C.V., Grupo Triada, Servicios Cemex México, S.A. de C.V., D y D Proyectos de México, S.A. de C.V., Ingeniería Latinoamericana de Pavimentos, S.A. de C.V., y de Alfa Tecnología en Ingeniería de Pavimentos y Seguridad Vial.

Algunos de los temas impartidos fueron:

- Características generales del modelo CPCC
- Aspectos conceptuales del sistema HDM-4
- Contratación plurianual de la red federal de carreteras libre de peaje
- Experiencias en la gestión del CPCC del estado de San Luis Potosí
- Consideraciones generales sobre adaptación y calibración de HDM-4

Algunos de los talleres impartidos fueron:

- Espacio de trabajo y configuración de HDM-4
- Definición de flotas vehiculares
- Diseño de estándares de conservación
- Aplicaciones del análisis de estrategia

Los instructores del curso internacional fueron: Ing. Salvador Pou Boix, Consultor, de la Dirección General de Conservación de Carreteras, el Ing. José Manuel Osio Méndez, el Ing. Adolfo Villalba Hernández y el Ing. Alejandro Rodríguez Albores. Del Instituto Mexicano del transporte, el M.C. Ricardo Solorio Murillo y el M.I. Roberto Hernández Domínguez, y de la empresa COCONAL el Ing. Javier Fernández Almanza.



DIRECTORIO*Ing. Roberto Aguerrebere Salido***Director General**

(442) 2 16 97 77 ext. 2001
roberto.aguerrebere@imt.mx

*Ing. Jorge Armendariz Jiménez***Coordinador de Administración y Finanzas**

(442) 2 16 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. 4110
alfonso.elizondo@imt.mx

*M. en E. Victor Manuel Islas Rivera***Coordinador de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional**

(442) 216 97 77 ext. 2018
victor.islas@imt.mx

*Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue***Coordinador de Integración del Transporte**

(442) 216 97 77 ext. 2007 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

*M. en C. Tristán Ruíz Lang***Coordinador de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales**

(442) 216 97 77 ext. 2005
tristan.ruiz@imt.mx

*M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez***Coordinador de Infraestructura**

(442) 216 97 77 ext. 2016
rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño y elaboración de la presente publicación es realizada y está a cargo de:

M. en D.G. Alejandra Gutiérrez Soria

(442) 216 97 77 ext. 2113 agutierrez@imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTOS**CURSOS INTERNACIONALES IMT**

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), a través de su Unidad de Servicios Académicos, hace una cordial invitación a los profesionales interesados en participar en los cursos que ofrece dentro del programa de capacitación IMT; el cual se publica en la página web:

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

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

En dicha página web pueden consultarse sus publicaciones completas, los boletines externos "NOTAS" anteriores y las nuevas normas técnicas, ingresando a los enlaces siguientes:

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

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

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



<https://www.facebook.com/pages/Instituto-Mexicano-del-Transporte/169882216432751>



https://twitter.com/IMT_mx

INFORMES:

Tels: (442) 216 97 77, 216 97 44
216 96 57 ext. 2034 y 2031

Fax: 216 97 77 ext. 3037

Correo publicaciones@imt.mx

Electrónico: capacitación@imt.mx

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

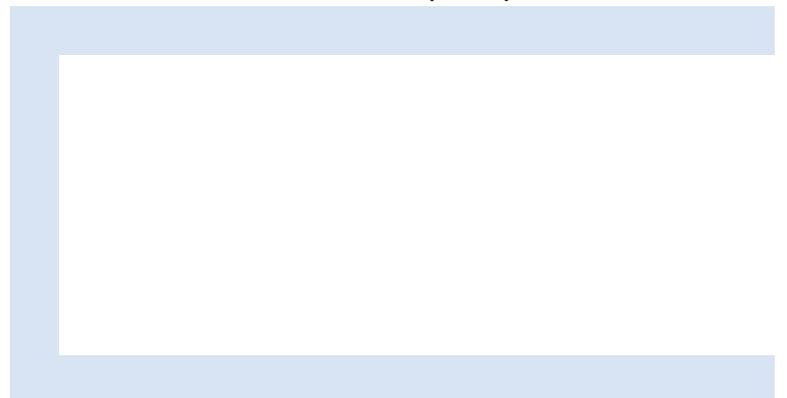
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

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.



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

Registro Postal
Cartas
CA22-0070
Autorizado por Sepomex



POR AVIÓN
AIR MAIL