

## COMPARACIÓN DE LA SINIESTRALIDAD ESPERADA EN CARRETERAS DE CUATRO O MÁS CARRILES

### Antecedentes

Para el desarrollo de este artículo se consideró la metodología para la definición de indicadores de seguridad vial un estudio de investigación [1] realizado en el Instituto Mexicano del Transporte y atendiendo a las recomendaciones de carácter internacional, que en materia de estadística de accidentes señala la conveniencia de emplear únicamente la información de los colisiones con víctimas, ya que suelen ser cifras más confiables; se realizó un análisis de siniestralidad tomando los datos de 2007 a 2009, en este periodo se registraron un total de 46,311 eventos con víctimas dejando un saldo de 14,402 muertos y 90,543 lesionados.

**Tabla 1**  
**SalDOS de las colisiones con víctimas**

Año	Accidentes	Muertos	Lesionados
2007	15,342	4,860	29,757
2008	16,189	5,173	31,610
2009	14,780	4,369	29,176
<b>Total</b>	<b>46,311</b>	<b>14,402</b>	<b>90,543</b>

### Metodología

En el análisis del estudio referido se agrupó la información considerando: (I) el tipo de carretera según el reglamento de pesos y dimensiones, (II) tipo de operación libre o de cuota, y (III) el número de carriles. Sin embargo, en vista de que el 27% de la red carretera federal (RCF) no está clasificada por el reglamento, para el presente análisis se decidió descartar dicha variable; adicionalmente se consideró sólo hacer la

comparación de la siniestralidad en tramos de carretera de cuatro ó más carriles, libres y de cuota. Otra variante, respecto a la metodología es que este análisis sólo considera los tramos que reportaron accidentes en los 3 años, para ello fue necesario clasificar los tramos en función de la frecuencia anual de eventos, esta clasificación se muestra en la tabla 2 y se observa que alrededor del 77% de los tramos de cuatro carriles reportaron accidentes con víctimas en los 3 años analizados; las carreteras de cuatro o más carriles concentran el 42% de los accidentes, 38% de los muertos y 42% de los lesionados; el resto ocurre en las carreteras de dos carriles. No obstante, que la concentración es menor en las carreteras de cuatro carriles es importante tomar en cuenta que éstas representan alrededor del 25% de la longitud de la RCF. También se desglosaron las

## CONTENIDO

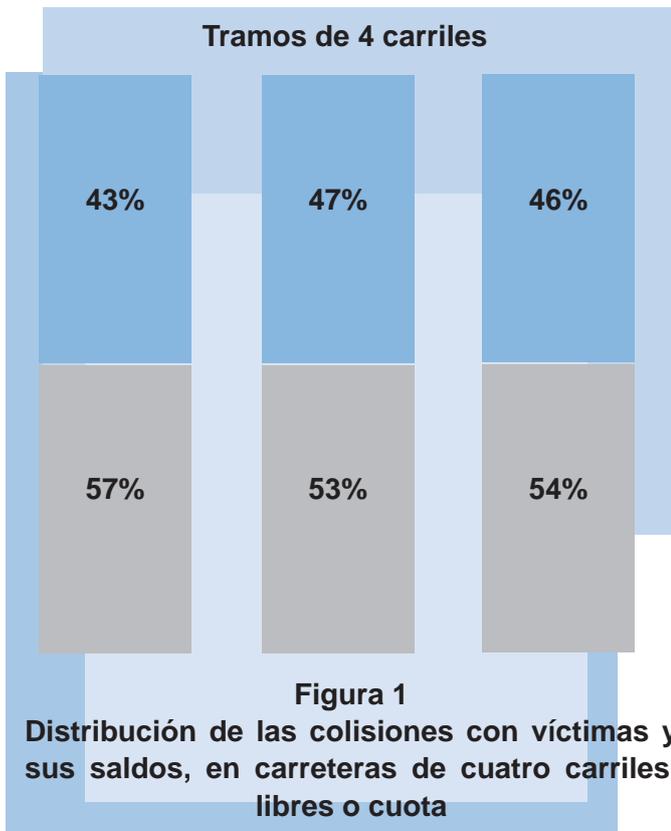
<b>COMPARACIÓN DE LA SINIESTRALIDAD ESPERADA EN CARRETERAS DE CUATRO O MÁS CARRILES</b>	<b>1</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE USO DE LA "NUBE" O CLOUD COMPUTING PARA EL PROCESO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL Y TOMA DE DECISIONES ENFOCADA A LA RED FEDERAL DE CARRETERAS</b>	<b>8</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>15</b>
<b>PROYECTOS EN MARCHA</b>	<b>15</b>
<b>PUBLICACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>EVENTOS ACADÉMICOS</b>	<b>18</b>

**Tabla 2**  
**Frecuencia anual de las colisiones con víctimas y sus saldos**

Tramos de 4 carriles que reportaron colisiones:										
Frecuencia	N° de tramos		Accidentes		Muertos		Lesionados		Longitud <sup>1</sup> (km)	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
En un solo año	73	12.3	146	0.8	39	0.7	256	0.7	168	1.8
En 2007 y 2008	29	4.9	155	0.8	37	0.7	266	0.7	130	1.4
En 2008 y 2009	22	3.7	158	0.8	40	0.7	294	0.8	148	1.5
En 2007 y 2009	11	1.9	43	0.2	10	0.2	99	0.3	34	0.4
En los tres años	458	77.2	18,923	97.4	5,415	97.7	37,442	97.6	9,101	95.0
Total de 4 carriles	593	26.7	19,425	41.9	5,541	38.5	38,357	42.4	9,581	24.4
<b>Total General</b>	<b>2, 218</b>		<b>46, 311</b>		<b>14,402</b>		<b>90,543</b>		<b>39,331</b>	

<sup>1</sup>Longitud de los tramos carreteros que reportaron accidentes

cifras mostradas en la tabla 2 considerando la operación del tramo carretero es decir, libre o cuota, los resultados se muestran en la gráfica de la figura 1, reflejando una distribución uniforme de los siniestros que ocurren en las carreteras de cuatro o más carriles.



**Análisis**

La tabla y figura anterior se incluyen a manera de preámbulo, pero como se había mencionado el análisis se centra en los tramos que reportaron accidentes durante los 3 años. El procedimiento de análisis consistió en identificar los tramos de cuatro carriles libre y cuota y obteniendo para cada tramo valores promedio del tránsito diario promedio anual (TDPA); y dado que los tramos son de longitud variable no se trabajó con valores absolutos de siniestralidad; es decir, número de accidentes, lesionados y muertos, sino con el número de accidentes y víctimas (lesionados y muertos) por km, disminuyendo el efecto de las longitudes diferentes. Como resultado se generó un modelo de siniestralidad en el cual para un valor determinado de TDPA se establecen cuáles debiesen ser los valores esperados de accidentes y víctimas por km; tal como se muestra en la figura 2 para el caso de tramos de cuota de cuatro carriles.

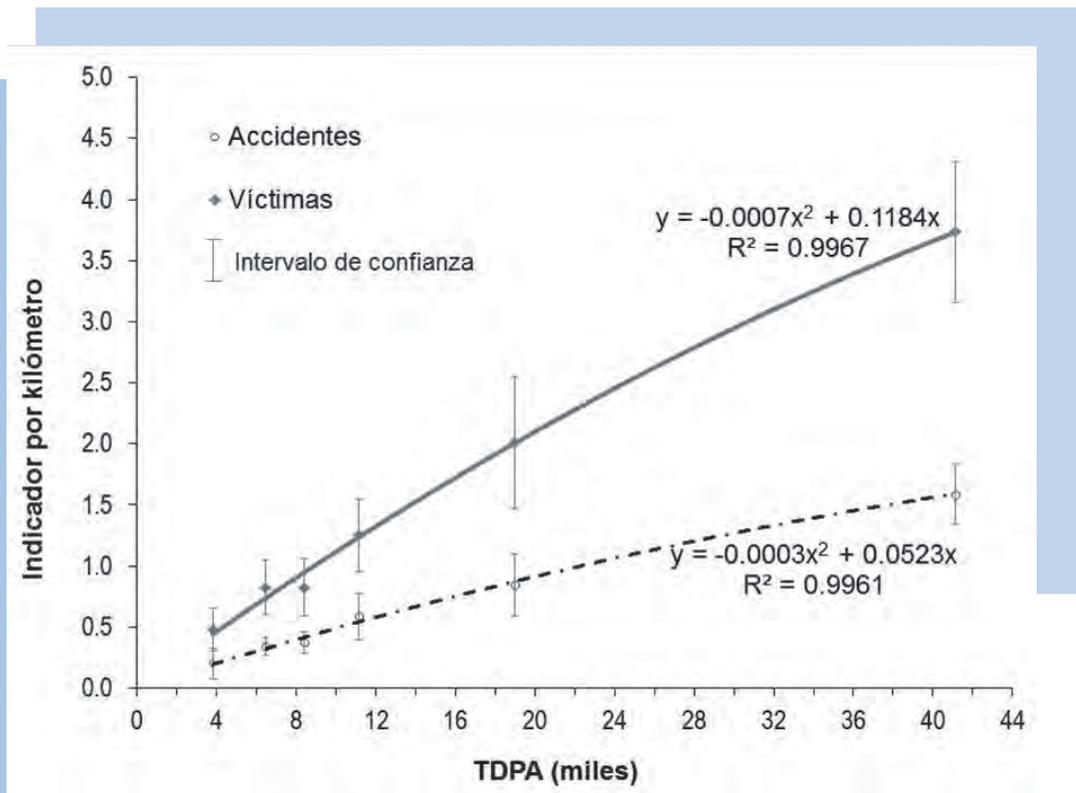
Cada punto en la gráfica representa el valor promedio del TDPA y el valor de la mediana de los accidentes o víctimas por km de un conjunto de por lo menos de 30 tramos, con estos puntos de obtuvo una ecuación de segundo grado cuyo intervalo de confianza está determinado para un nivel de confianza

del 95%. Como se puede observar en ambos casos se obtuvieron valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) bastante aceptables ( $>0.9$ ).

Se construyeron modelos para los 2 grupos de tramos analizados y las ecuaciones resultantes se muestran en la tabla 3. Ahora bien, confrontando los modelos se observa que para los tramos de cuatro o más carriles

de cuota, se esperan valores inferiores de accidentes con víctimas y víctimas por km en comparación con los tramos libres (véase figura 3).

Dado que no sería conveniente juzgar la seguridad de un tramo tomando en cuenta una sola variable se combinaron los indicadores  $N^\circ$  de accidentes con víctimas y  $N^\circ$  de víctimas por km, logrando una calificación integral

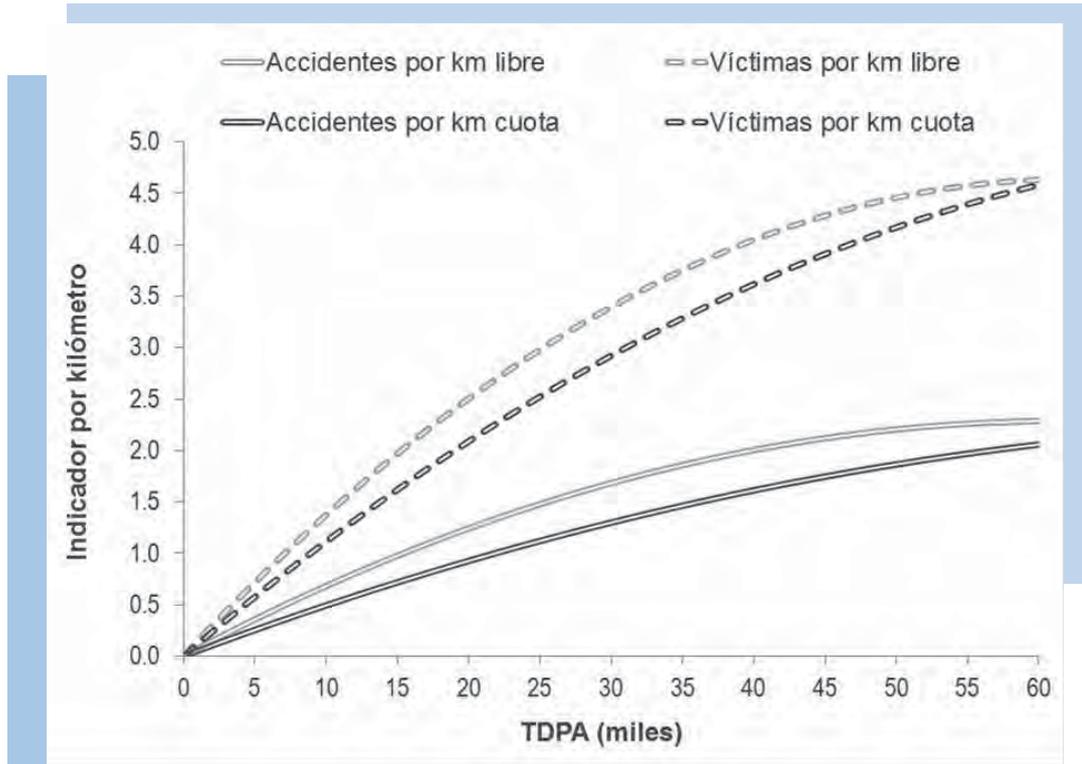


**Figura 2**  
Modelo de número de accidentes con víctimas y víctimas por km, para los tramos de cuota de cuatro o más carriles

**Tabla 3**  
Ecuaciones para los modelos de accidentes y víctimas por km

Tramos	Accidentes por km	Víctimas por km
4 carriles de cuota	$y = -0.0003x^2 + 0.0523x$ $R^2 = 0.99$	$y = -0.0007x^2 + 0.1184x$ $R^2 = 0.99$
4 carriles libre	$y = -0.0006x^2 + 0.0741x$ $R^2 = 0.99$	$y = -0.0012x^2 + 0.1492x$ $R^2 = 0.96$

Nota: y = accidentes por km, x = TDPA/1000



**Figura 3**  
**Comparación de modelos para los tramos de cuatro o más carriles**

de siniestralidad, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Siniestralidad} = \text{N}^\circ \text{ de accidentes por km} + \text{N}^\circ \text{ de víctimas por km}$$

Una vez definidos los modelos para cada grupo de tramos se determinó la siniestralidad esperada en función del TDPA y se comparó con la siniestralidad real, por ejemplo:

Tramo de 109.1 km de longitud (122+900 al 232+000) de la autopista Puebla –Córdoba, que de 2007 a 2009 reportó valores promedio de 142.67 accidentes con víctimas, 46 muertos y 358.3 lesionados.

El índice de siniestralidad real es:

$$\text{Siniestralidad}_{\text{real}} = \left( \frac{142.67}{109.1} \right) + \left( \frac{46 + 358.3}{109.1} \right) = 5.014$$

Con un TDPA promedio de 2007 a 2009 de 22,814 vehículos, el índice de siniestralidad esperado usando las ecuaciones para tramos de cuota de cuatro carriles es:

$$\text{Accidentes por km} = -(0.0003 * 22.814^2) + (0.0523 * 22.814) = 1.037$$

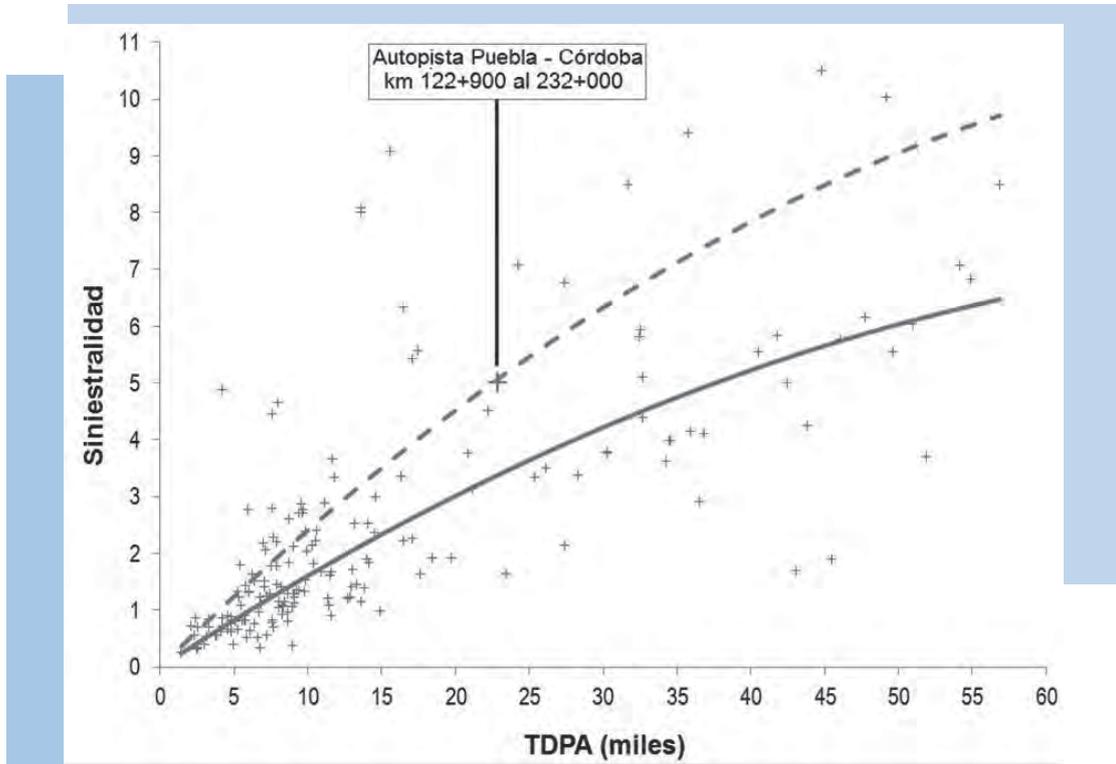
$$\text{Víctimas por km} = -(0.0007 * 22.814^2) + (0.1184 * 22.814) = 2.337$$

$$\text{Siniestralidad esperada} = 1.037 + 2.337 = 3.374$$

Para este tramo el valor de la siniestralidad real es mayor al esperado en casi un 50% y como éste, se encuentran 37 tramos más. En la figura 4 se muestra la siniestralidad esperada para los tramos de cuota de cuatro o más carriles (línea continua) y la siniestralidad real de 176 tramos (puntos), la línea discontinua representa un incremento del 50% de la siniestralidad esperada. Un

total de 86 tramos reportan una siniestralidad mayor a la esperada de acuerdo a su TDPA, y de éstos 14 superan el valor en más del doble.

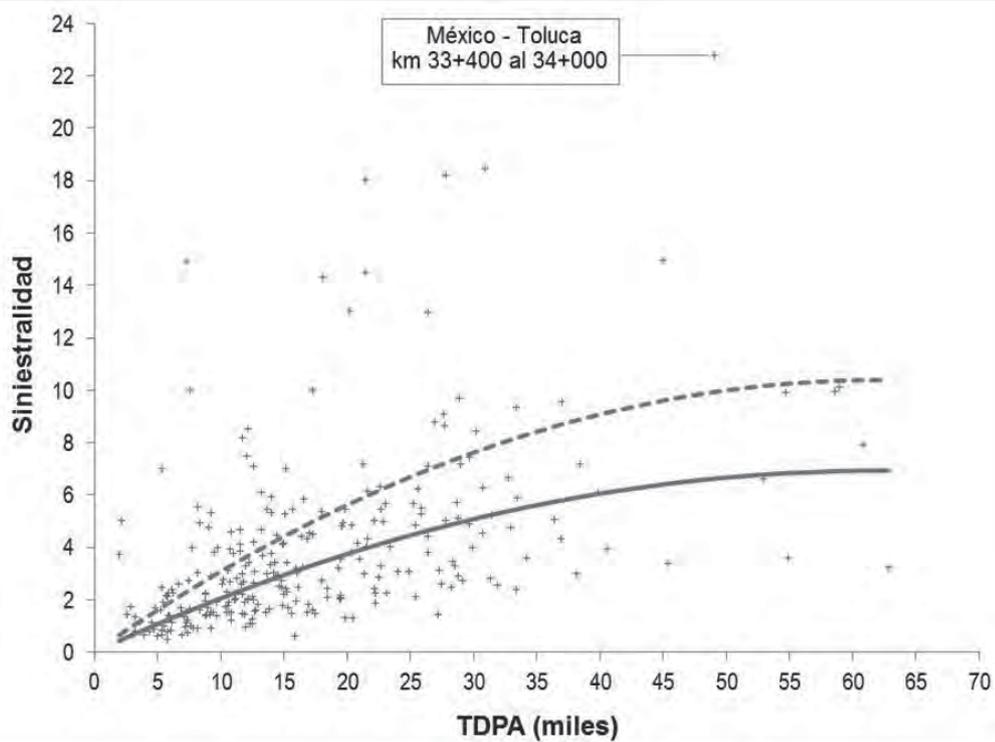
En el ejemplo se utilizaron valores promedio de 3 años, pero es posible emplear los saldos reportados de un solo año.



**Figura 4**  
Siniestralidad en función del TDPA, para tramos de cuota de cuatro o más carriles

**Tabla 4**  
Tramos de cuota de cuatro o más carriles con siniestralidad real mayor a la esperada y con más de 120 colisiones con víctimas

Autopista	Cadenamiento
México – Querétaro	26+300 - 43+200
México - Puebla	32+500 - 63+000
Puebla - Córdoba	122+900 - 232+000
Hermosillo - Magdalena de Kino	68+900 - 124+400
La Tinaja - Acayucan	0+000 - 83+000



**Figura 5**  
Siniestralidad esperada en función del TDPA, para tramos libres de cuatro carriles

**Tabla 5**  
Tramos libres de cuatro carriles con siniestralidad real mayor a la esperada y con más de 100 colisiones con víctimas

Carretera	Cadenamiento
Los Reyes - Zacatepec	8+800 - 19+300
Querétaro - San Luis Potosí	157+400 - 196+900
México - Toluca	34+000 - 46+000
Santa Bárbara - Izúcar de Matamoros	5+600 - 13+100
Coahuila - Villahermosa	132+800 - 169+800
Irapuato - León	149+600 - 170+100
Morelia - Pátzcuaro	4+000 - 24+500
Libramiento Noroeste de Monterrey	3+000 - 31+000
Ciudad Obregón - Hermosillo	133+300 - 251+300

En la tabla 4 se enlistan 7 tramos cuya siniestralidad real fue mayor a la esperada y que en el total de los 3 años registraron más de 120 colisiones con víctimas. Estos tramos agruparon en los 3 años 1,316 accidentes con víctimas (16% de 8,274), con saldos que ascienden a 359 muertos (14% de 2,597) y 3,048 lesionados (17% de 17,596), todo en una longitud de 333 km (6% de 5,100).

El modelo que representa la siniestralidad en los tramos libres de cuatro carriles se muestra en la figura 5, en este caso de los 275 tramos de este grupo, 145 reportan una siniestralidad mayor a la esperada, y 33 de éstos superan el valor en más del doble.

En los tramos de cuota se reportaron valores de siniestralidad máximos de hasta 11, mientras que en los tramos libres se reportan valores por encima de 23; reiterando que en las carreteras libres de cuatro carriles tanto la frecuencia como el número de víctimas por km, es mayor. La tabla 5 muestra un listado de tramos que reportaron más de 100 colisiones con víctimas en los 3 años y que además tiene una siniestralidad mayor a la esperada.

Estos tramos agruparon en los 3 años 1,383 accidentes con víctimas (13% de 10,649), con saldos que ascienden a 337 muertos (12% de 2,818) y 2,791 lesionados (14% de 19,846), todo en una longitud de 294 km (7% de 4,000). Cabe mencionar que el modelo para los tramos de cuatro o más carriles de cuota tiene un límite de aplicación es decir, que las ecuaciones son válidas para tramos con un TDPA de hasta 79 mil vehículos y este valor límite es de 63 mil para los tramos libres.

### Comentarios finales

Los datos de accidentes más recientes para la elaboración de este artículo son de 2009, han pasado 2 años y definitivamente las condiciones han cambiado; es probable que se hayan hecho algunas mejoras en la infraestructura o que la construcción de nuevas

carreteras haya modificado los patrones de operación del tránsito; no obstante uno de los propósitos del artículo es mostrar una aplicación de la metodología de análisis. Por otra parte, los tramos enlistados obedecen a una jerarquización en la cual se consideran los valores promedio de los 3 años, sin embargo como se había comentado anteriormente, se pueden emplear los datos de un solo año, de manera que las ecuaciones son de utilidad para la evaluación futura de tramos que debiesen ser sujetos de inspecciones de seguridad vial conocidas también como auditorías.

### Referencias

Cuevas C., et al. Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales 2009. Documento Técnico Núm 46, IMT. México (2010).

Cuevas, C. C. et al (2011). Definición de indicadores en la red carretera federal. Publicación Técnica N° 345. Instituto Mexicano del Transporte.

Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro (IMT), Sistema de Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA). México (1998).

Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Boletines, Nota 128 "Estudio piloto para la determinación de indicadores de seguridad vial en la red carretera federal". [www.imt.mx/SitioIMT/boletines](http://www.imt.mx/SitioIMT/boletines) México (2011).

CUEVAS Cecilia  
ccuevas@imt.mx  
MAYORAL Emilio  
emilio@imt.mx  
GÓMEZ Nadia  
ngomez@imt.mx  
MENDOZA Alberto  
mendoza@imt.mx

# IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE USO DE LA “NUBE” O CLOUD COMPUTING PARA EL PROCESO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL Y TOMA DE DECISIONES ENFOCADA A LA RED FEDERAL DE CARRETERAS

## Introducción

A continuación se presenta la concepción de uno de los proyectos en desarrollo durante 2012 por parte del personal de la USIG, esto con el propósito de dar a conocer sus alcances y productos esperados, a fin de contribuir a la inserción organizacional de este paradigma computacional hacia el interior de las distintas áreas operativas, administrativas y de investigación en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Hoy en día, Internet ha supuesto una revolución sin precedentes en el mundo de la informática y de las comunicaciones. Los inventos del telégrafo, teléfono, radio y computadora sentaron las bases para esta integración de capacidades nunca antes vistas. Es así como Internet es a la vez una oportunidad de difusión mundial, un mecanismo de propagación de la información y un medio de colaboración e interacción entre los individuos y sus computadoras independientemente de su localización geográfica.

Mucho se habla de los beneficios que los medios de comunicación y el uso de la Informática han aportado a la sociedad actual, muchos son los campos en donde la aportación se realiza día con día, tales como la salud, la educación, la investigación aplicada a las ciencias naturales, la ingeniería, etc.; en este sentido, los distintos modos de transporte así como las principales actividades que las afectan ya sea el diseño, construcción, operación, mantenimiento, administración de infraestructura y personal, las telecomunicaciones, también se han visto beneficiadas por el uso de dicha tecnología.

El uso de las computadoras ha sido constante al interior de la SCT, desde la administración del personal, los trabajos en campo, el diseño de carreteras, puentes, aeropuertos, vías férreas, el levantamiento de información estadística y geográfica, los inventarios de infraestructura, las comunicaciones satelitales, el correo electrónico, la educación presencial y a distancia, etc. Es debido a esta importancia que se hace necesario avanzar al mismo paso con que avanza la tecnología y los paradigmas. Al interior de la SCT se requiere analizar, adaptar y ampliar los beneficios que ofrece el “Cloud Computing” o computación en la nube en cuanto a servicios, conexión, seguridad y estado del arte para poder brindar a la SCT una solución alterna a las que ya existen en la actualidad en su interior.

## Marco conceptual

Internet es una enorme red de comunicaciones de ámbito mundial que permite la interconexión de sistemas informáticos, independientemente de su tipo y situación. Está físicamente compuesta por ordenadores de diversos tipos, marcas y sistemas operativos y ruteadores que están distribuidos por todo el mundo y unidos a través de enlaces de comunicaciones muy diversos. Sobre estos ordenadores, y aprovechando los servicios de comunicaciones de la red, se ejecutan diversos tipos de aplicaciones, que permiten realizar intercambios muy sofisticados de información.<sup>1</sup>

Podemos definir a Internet como una ‘red de redes’, es decir, una red que no sólo interconecta computadoras, sino que

interconecta redes de computadoras entre sí. Una red de computadoras es un conjunto de máquinas que se comunican a través de algún medio (cable coaxial, fibra óptica, radiofrecuencia, líneas telefónicas, etc.) con el objeto de compartir recursos.<sup>2</sup>

A finales de 2010, había 255 millones de páginas web en la Red, en el mundo hay aproximadamente 2029 millones de internautas, un tercio de la población mundial, con un crecimiento del 14% anual. De esta cifra el 43% se encuentra en Asia, seguido por Europa con el 23%, América del Norte con 13% y Latinoamérica con el 10%.

De aquí se puede identificar la importancia que Internet y su uso tiene en cada región del mundo, y a su vez dentro de cada país, es por esto que es conveniente el entendimiento de las diversas opciones que se están construyendo actualmente para la administración de datos, capacitación a distancia, diseño de sistemas y captura de datos.

### Se Servicios de Internet

Las posibilidades que ofrece Internet se denominan servicios. Cada servicio tiene

que ver con las funciones de información, comunicación e interacción que tiene cada uno. Hoy en día, los servicios más usados en Internet son: correo electrónico (e-mail), World Wide Web (WWW), FTP, grupos de noticias, conversaciones en línea (Chat), foros de debate y servicios de telefonía.

El “*Cloud Computing*”, la “Nube” o la “computación en la nube” es el último avance o paradigma de una trayectoria que involucra informática, información y usuarios.<sup>3</sup>

El “Cloud computing” es un nuevo modelo de prestación de servicios de negocio y tecnología, que permite al usuario acceder a un catálogo de servicios estandarizados y responder a sus propias necesidades, de forma flexible y adaptativa, sobretodo cuando hay cargas de trabajo excesivas y en este caso, pagando únicamente por el consumo efectuado.

El cambio paradigmático que ofrece la computación en nube es que permite aumentar el número de servicios basados en la red. Esto genera beneficios tanto para los proveedores, que pueden ofrecer, de forma

**Tabla 1**  
**2010 Estadísticas mundiales de Internet**

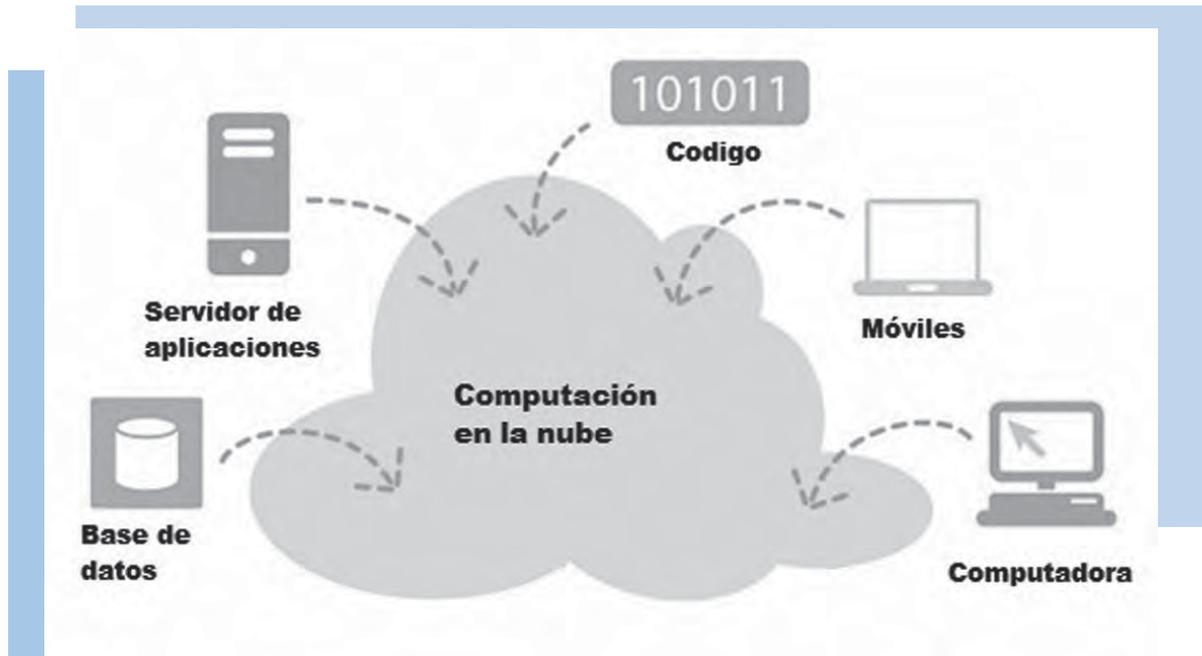
Región	Población	Usuarios de Internet	% Usuarios
Asia	3,834,792,852	872,526,978	43.00%
Europa	813,319,511	475,123,735	23.40%
América del Norte	344,124,450	271,330,900	13.40%
Latinoamérica/ Caribe	592,556,972	209,874,973	10.30%
África	1,013,779,050	115,631,340	5.70%
Medio Oriente	212,336,924	63,708,386	3.10%
Oceanía y Australia	34,700,201	21,272,470	1.10%
<b>TOTAL</b>	<b>6,845,609,960</b>	<b>2,029,468,782</b>	<b>100.00%</b>

**Nota:** México se incluye en América Latina.

**Fuente:** Internet World Stats, <http://www.internetworldstats.com/>

<sup>1, 2</sup> <http://www.diputados.gob.mx/cedia/sia/spe/SPE-ISS-12-06.pdf>

<sup>3</sup> Según el IEEE Computer Society, es un paradigma en el que la información se almacena de manera permanente en servidores de Internet y se envía a cachés temporales de cliente, lo que incluye equipos de escritorio, portátiles, teléfonos, etc



**Figura 1**  
**Componentes de la Computación en la Nube. Adaptación propia tomando como base**  
<http://www.windows7news.com/2011/04/22/microsoft-cloud-high-expectations/>

más rápida y eficiente, un mayor número de servicios, como para los usuarios que tienen la posibilidad de acceder a ellos, disfrutando de la 'transparencia' e inmediatez del sistema y de un modelo de pago por consumo.

La computación en nube consigue aportar estas ventajas, apoyándose sobre una infraestructura tecnológica dinámica que se caracteriza, entre otros factores, por un alto grado de automatización, una rápida movilización de los recursos, una elevada capacidad de adaptación para atender a una demanda variable, así como virtualización avanzada y un precio flexible en función del consumo realizado evitando además el uso fraudulento del software y la piratería.

El concepto de la computación en la nube empezó en proveedores de servicio de Internet a gran escala, como Google, Amazon AWS, Microsoft y otros que construyeron su propia infraestructura. Durante la primera revolución del Internet se vio surgir el modelo de tres

capas (o capas n) como una arquitectura general, estas capas son:

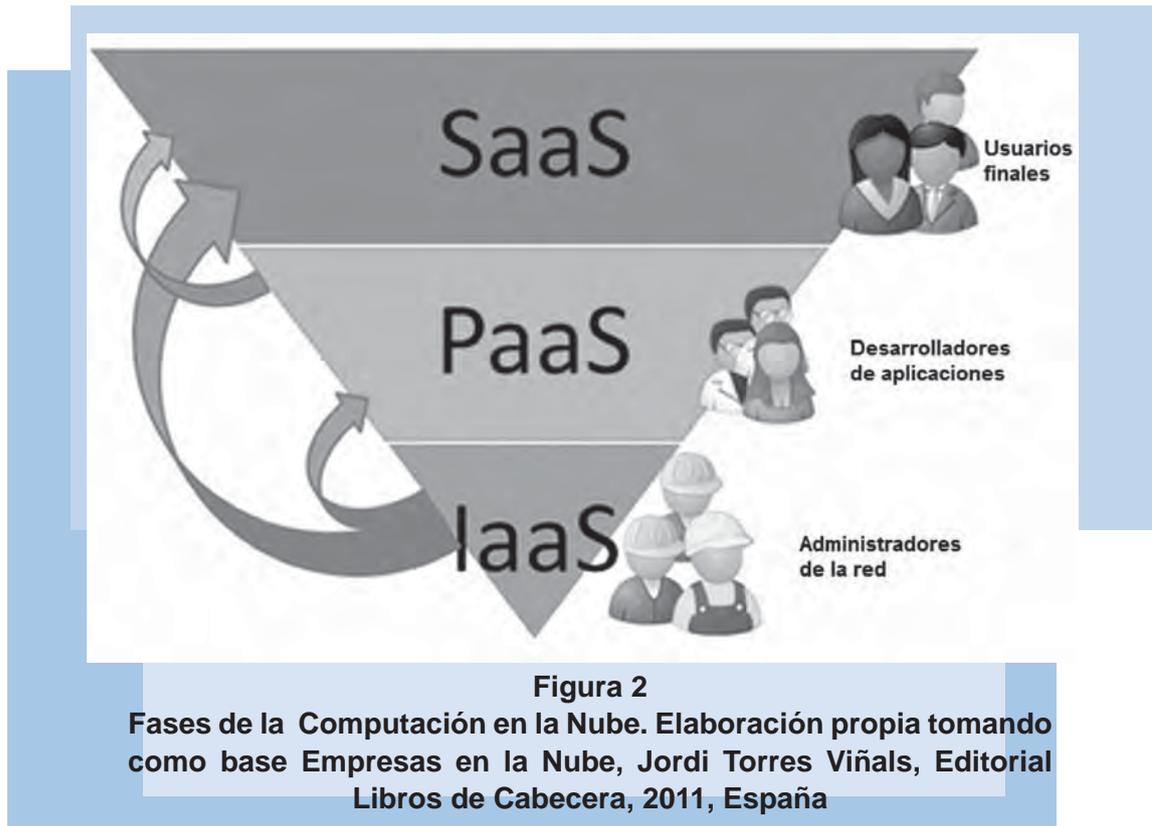
- Clientes que interactúan con los usuarios finales.
- Servidores de aplicación que procesan los datos para los clientes.
- Servidores de la base de datos que almacenan los datos para los servidores de aplicación.

Ahora, el uso de la virtualización en la nube ha creado un nuevo conjunto de capas:

- **Aplicaciones** (Software como servicio – SaaS)
- **Servicios** (Plataforma como un servicio – PaaS)
- **Infraestructura** (Infraestructura como un servicio – IaaS)

**Infraestructura como un Servicio (Infrastructure as a Service – IaaS por sus siglas en inglés)**

- Es el nivel inferior donde se encuentran las capacidades de cómputo (CPU) y



almacenamiento básico (disco) como servicios estandarizados de red. Se incluyen los servicios de almacenamiento no relacionado (solo disco) y también los servicios de almacenamiento relacionado (bases de datos).

- Esta parte del *cloud computing* da la posibilidad de acceder a máquinas y a almacenamiento a través de Internet en cuestión de minutos.

- Consumidores:** desarrolladores, usuarios con conocimientos avanzados de informática

**Ejemplos:** Amazon Web Service, GoGrid, RackSpace.

### **Plataforma como un Servicio (Platform as a Service - PaaS por sus siglas en inglés)**

- La idea es que no queremos poseer una máquina simplemente por tenerla, queremos tener acceso los servicios que nos pueda ofrecer esa máquina. No es importante que esos servicios vengan de un servidor Intel Xeon de último modelo o de Pentium's.

- Este servicio, que abstrae del Hardware físico al cliente, es interesante para cualquier desarrollador web o empresa que quiera desarrollar para la web, y viene a reemplazar a las empresas de hosting tradicionales. Quizás, también a los administradores de sistemas, ya que no hay sistema que controle ni optimización posible más allá del código y sus algoritmos, todo esto debido a que el proveedor se encarga del mantenimiento, sustitución y escalabilidad del equipo.

- Consumidores:** desarrolladores, usuarios con conocimientos avanzados de informática

**Ejemplos:** Google App Engine, Force, BungeeConnect, Veeva PaaS, Radmaker, Azure de Microsoft, Amazon S3 o EC2

### **Software como un Servicio (Software as a Service - SaaS, por sus siglas en inglés)**

- El SaaS se encuentra en la capa más alta y significa dejar de comprar licencias de

software instalable, migrando a aplicaciones web equivalentes que normalmente tendrían un costo relacionado a la demanda (ya sea por periodos, por numero de usuarios, por funcionalidades activas, etc.), de este modo se deja de poseer una copia del software que corre en la infraestructura del proveedor y sirve a múltiples organizaciones de clientes.

•El ejemplo más ampliamente conocido de SaaS es Salesforce.com, pero ahora ya hay muchos más, incluyendo las Apps Google que ofrecen servicios básicos de negocios tales como el e-mail.

*Existen dos opciones primarias de nube:*

•Las nubes públicas son manejadas por terceras partes, y los trabajos de muchos diferentes clientes pueden ser mezclados en los servidores, los sistemas de almacenamiento y otra infraestructura dentro de la nube. Los usuarios finales no saben el trabajo de quien más pueda estar corriendo en el mismo servidor, red, discos como los suyos propios.

•Las nubes privadas son una buena opción para las instituciones que se preocupan por la protección de datos y ediciones a nivel de servicio. Las nubes privadas están en una infraestructura basadas en la demanda manejada por un sólo cliente quien controla que aplicaciones corren y en dónde. Ellos son propietarios del servidor, red, disco y pueden decidir a que usuarios se les permite utilizar la infraestructura.

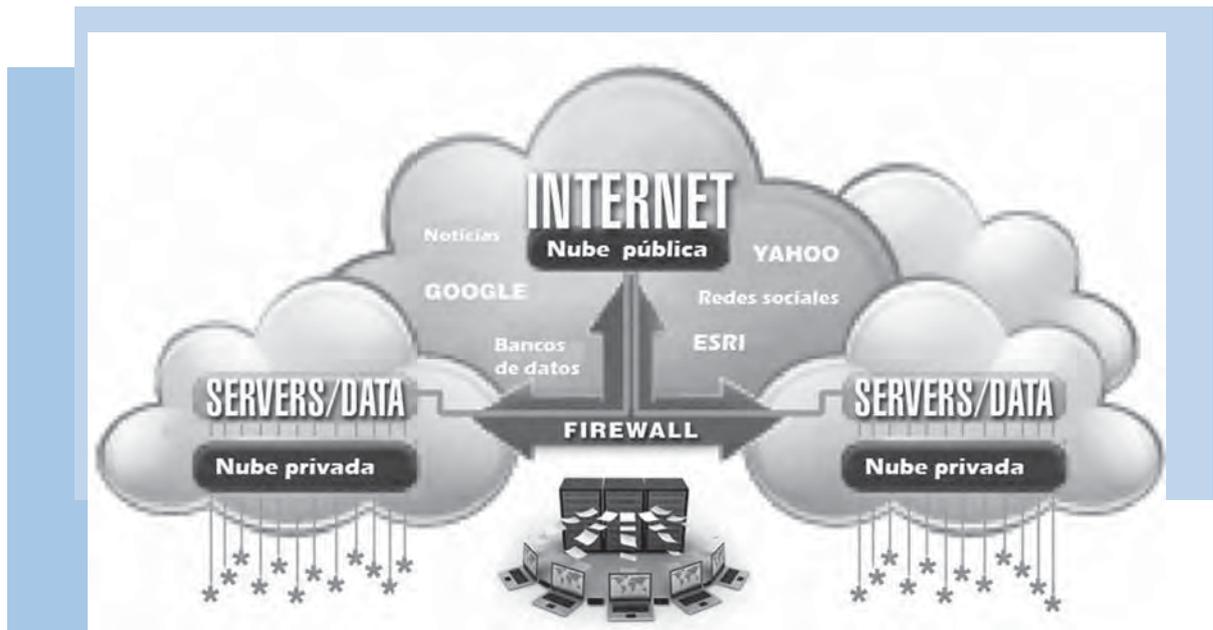
Una institución puede escoger utilizar una nube de un proveedor de servicio o construir la suya propia. Pero aún aquellos que se sienten obligados a construir una nube privada a corto plazo querrán manejar aplicaciones tanto en una infraestructura privada propietaria como en el espacio de la nube pública. Esto da pie al concepto de una nube híbrida.

•Las nubes híbridas combinan los modelos de nubes públicas y privadas. El usuario es

propietario de unas partes y comparte otras partes, aunque de una manera controlada. Las nubes híbridas ofrecen la promesa que el escalamiento sea provisto externamente, en función de la demanda, pero añade la complejidad de determinar cómo distribuir las aplicaciones a través de estos diferentes ambientes. Mientras que las instituciones pueden sentir atracción por la promesa de una nube híbrida, esta opción, al menos inicialmente, probablemente estará reservada para simples aplicaciones sin condiciones especiales y que no requieren sincronizaciones a su base de datos.

Google Earth es un buen ejemplo de una aplicación o servicio que utiliza datos de la Nube, desde donde se pueden acceder sin problemas, mientras exista una conexión suficientemente adecuada a Internet, imágenes de satélite de todo el planeta con cierto grado de actualización y gran cantidad de herramientas basadas en la posición geográfica. Se pueden visualizar fotos, videos y se tiene además acceso a un ambiente para desarrollador de aplicaciones, que permite controlar hasta cierto punto la interfaz de usuario y la visualización personalizada de capas de información geoespacial generadas por el mismo usuario.

Actualmente en todo el sector público, en particular en la Secretaría de Comunicaciones y Transporte y en específico en el Instituto Mexicano del Transporte, se requieren y utilizan diversos tipos de infraestructura computacional y servicios informáticos, tales como servidores de datos, mantenimiento y actualización de los equipos, conexión suficientemente rápida y robusta a internet y capacitación especializada en programación para los desarrolladores, creando con todo esto un costo elevado para poder proporcionar a los usuarios finales los servicios y aplicaciones demandadas, bajo condiciones de riesgo por interrupción o suspensión siempre presentes.



**Figura 3**  
**Nubes públicas y nubes privadas. Adaptación propia tomando como base**  
[http://tekleap.com/Cloud\\_Computing.html](http://tekleap.com/Cloud_Computing.html)

Es por ello, que se requiere conocer, analizar y evaluar el grado de avance y de accesibilidad que brinda el “Cloud computing” o la “Nube” en cuanto a servicios, conexión, seguridad y estado del arte para poder brindar a la SCT una solución alterna a las que ya existen en la actualidad en su interior y así se obtendrá información relacionada con los conceptos de computación en la nube; se podrán evaluar los distintos métodos de almacenamiento de datos en la nube y los esquemas de seguridad necesarios para preservar la integridad de estos, así como también se podrán evaluar las distintas herramientas informáticas disponibles para construir un repositorio con información geoespacial susceptible de ser utilizada por distintos usuarios en la Nube.

Se conocerán en forma específica una serie de términos y conceptos como los SIG corporativos, la interoperabilidad, la computación distribuida, los servicios WEB, los SIG móviles, todo ello enfocado a diseñar

soluciones para diversas áreas y necesidades de datos y de generación de información, entre ellas su aplicación a los Sistemas de Información Geográfica y la gestión de la información geoespacial.

**Metodología del proyecto**

Las actividades sustanciales que se realizarán para conseguir el objetivo del proyecto son las siguientes:

- Recopilación de información actualizada en diversas fuentes, tales como Internet, bibliografía especializada, publicaciones y soluciones ya implementadas para analizarlas y evaluarlas.
- Identificación de proveedores y los esquemas de seguridad que utilizan, así como costos de almacenamiento y utilización que aplican para cada plan de hospedaje y de transferencia de archivos.

- Identificación de herramientas disponibles enfocadas en el almacenamiento y administración de información geoespacial.
- Análisis de aptitud de las herramientas disponibles tomando en cuenta la facilidad de manejo, el costo de almacenamiento y la velocidad de transferencia.
- Documentación del proyecto para guardar constancia de los resultados obtenidos.

Se evaluará la información recopilada y al analizarla se podrán responder preguntas como, ¿Qué información estará compartida, con quién y bajo qué circunstancias se comparte la información? ¿Es viable para la SCT administrar su información bajo esta filosofía de trabajo? ¿Quién administrará los datos geoespaciales referentes a las carreteras? ¿Qué esquemas de seguridad utiliza el proveedor del espacio donde se ubicarán las aplicaciones de administración de datos geoespaciales? ¿Es posible que la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial, el Instituto Mexicano del Transporte y la misma SCT cambien su estructura corporativa para que sea soportada por el "Cloud computing"? ¿Es el ahorro en costos suficiente incentivo para cambiar la estructura actual? ¿Las aplicaciones enfocadas al manejo y administración de información geoespacial cubrirán las necesidades del usuario final?

Las preguntas anteriores serán contestadas con el proyecto actualmente en desarrollo comentado al inicio del presente artículo.

## Referencias

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

- Observatorio Regional de la Sociedad de la Información, Junta de Castilla y León. España, Cloud Computing: La tecnología como servicio. <http://www.orsi.jcyl.es/web/jcyl/ORSI/es/> [Consulta: Febrero 2012]
- ESRI, ArcGIS for Server, In the cloud. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisserver/cloud.html> [Consulta: Febrero 2012]
- Esquema de Interoperabilidad y Datos Abiertos de la Administración Pública Federal (EIDA, vigente al 06-09-2011) publicado por la Secretaría de la Función Pública. ([http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5208001&echa=06/09/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5208001&echa=06/09/2011)) [Consulta: Febrero 2012]
- <http://www.salesforce.com/> [Consulta: Febrero 2012] [Consulta: Febrero 2012]
- [http://tekleap.com/Cloud\\_Computing.html](http://tekleap.com/Cloud_Computing.html) [Consulta: Febrero 2012]
- <http://www.windows7news.com/2011/04/22/microsoft-cloud-high-expectations/> [Consulta: Febrero 2012]

VÁZQUEZ Juan Carlos  
jcarlos@imt.mx  
MORALES Elsa  
emorales@imt.mx  
GONZÁLEZ Jonatan  
jgonzalez@imt.mx  
BACKHOFF Miguel  
backoff@imt.mx

## GLOSARIO

### Artículo 1:

**Siniestralidad esperada:** Cifra esperada de accidentes con víctimas obtenida a partir de la estadística de años anteriores.

**Accidente de tránsito:** Colisión o incidente en la vía pública, que puede o no causar heridas, con la participación de al menos un vehículo en movimiento

**Infraestructura vial:** Conjunto de las instalaciones y de equipamiento de vialidad, que comprende la red de carreteras, los espacios de estacionamiento, los lugares de detención, los sistemas de drenaje, y los puentes y pasos peatonales.

### Artículo 2:

**Cómputo en la nube (cloud computing):** Es un sistema de recursos distribuidos horizontalmente vía internet, introducidos como servicios virtuales de tecnologías de la información escalados masivamente y manejados como recursos configurados y mancomunados de manera continua.

### **SIG (Sistema de Información Geográfica):**

Las definiciones tradicionales describen a los SIG como un conjunto de hardware, software, datos geográficos, personas y procedimientos; organizados para capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciados geográficamente.

### **Información geoespacial o georreferenciada:**

Neologismo que refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado.

### **GPS (Global Positioning System) (Sistema de posicionamiento global):**

Sistema de navegación por satélite que permite fijar a escala mundial la posición tridimensional (latitud, longitu, altitud) de un objeto, una persona o un vehículo. La precisión del GPS puede llegar a errores mínimos de cms (GPS diferencial), aunque en la práctica común son unos cuantos metros.

## PROYECTO EN MARCHA

### Evaluación de técnicas de minería de datos para la generación de modelos de comportamiento de pavimentos

La división de un tramo carretero en segmentos homogéneos y la modelación de su deterioro en el tiempo son dos tareas fundamentales de la gestión de infraestructura carretera. La

primera de ellas está dirigida a la obtención de las unidades de análisis de los sistemas de gestión de pavimentos, las cuales, además de contar con valores representativos de la

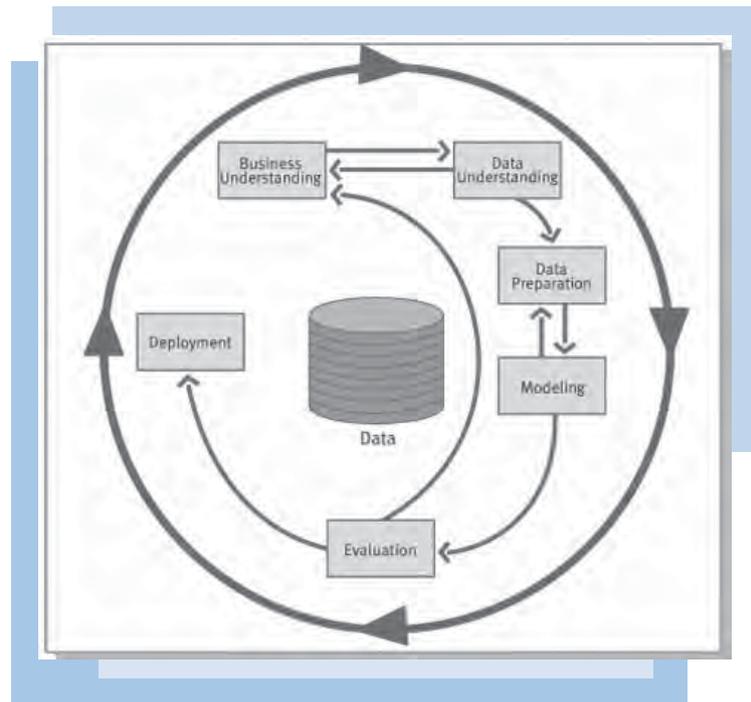
geometría, capacidad estructural y estado físico de los pavimentos, deben tener una longitud práctica para la asignación de trabajos de conservación o mejora. Por otro lado, la habilidad para modelar el deterioro constituye un aspecto crucial de la gestión de pavimentos, ya que de ella depende la confiabilidad de las estimaciones que se hagan respecto a las necesidades futuras de atención de los tramos.

Tradicionalmente, el problema de la segmentación de carreteras se ha abordado mediante el uso de unidades de longitud fija a las que se asignan valores promedio de las características y condiciones del pavimento. Entre las limitaciones de este enfoque, figura el hecho de que los promedios de las variables descriptivas podrían ocultar valores críticos de tramos con requerimientos de atención especial. En lo que se refiere los modelos de deterioro, los modelos con mayor difusión en nuestro medio se basan en un enfoque determinista que no considera dos fuentes principales de incertidumbre: por un lado, la notable dispersión de la información existente sobre el estado del pavimento y, por otro, la falta de disponibilidad en nuestro país de varios de los datos requeridos por los modelos.

El proyecto trata sobre la exploración de técnicas de minería de datos como un enfoque alternativo para la obtención de segmentos homogéneos y el modelado del deterioro de pavimentos. En él se incluye una investigación documental exhaustiva sobre el proceso de descubrimiento de información en bases de datos, las principales técnicas de minería de datos disponibles y las aplicaciones de la extracción del conocimiento al análisis del comportamiento de pavimentos de las que se ha informado en el ámbito internacional. Entre las principales técnicas de minería de datos existentes en la actualidad pueden mencionarse métodos estadísticos, árboles de decisión, redes neuronales y algoritmos genéticos.

Adicionalmente, se ha propuesto seleccionar algunas de las técnicas de minería de datos disponibles para ensayar su uso en las aplicaciones mencionadas al principio de este resumen. Asimismo, se tiene previsto identificar posibles líneas futuras de investigación y desarrollo tecnológico para la aplicación de la minería de datos a la modelación del comportamiento de pavimentos. El proyecto inició en enero del presente año y hasta la fecha se ha completado aproximadamente la mitad de investigación documental prevista en el programa. Se tiene contemplado finalizar el proyecto en diciembre de 2012.

SOLORIO Ricardo  
rsolorio@imt.mx



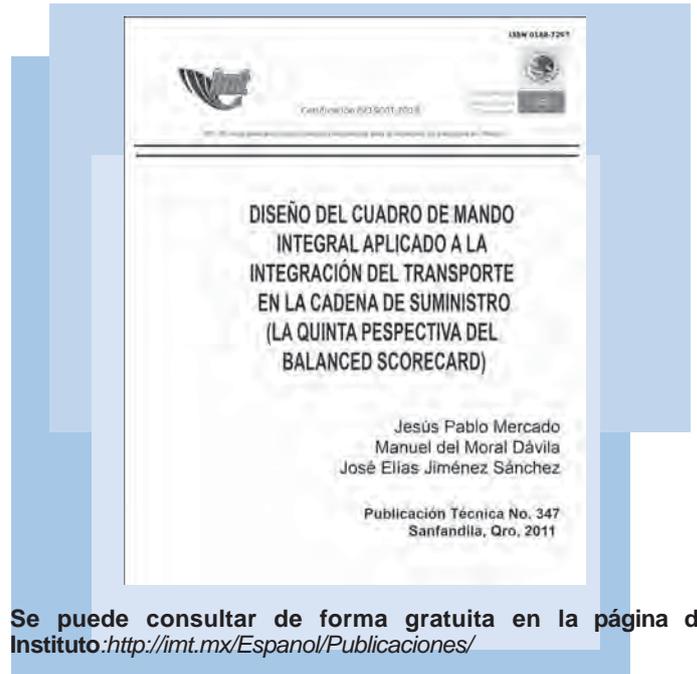
## PUBLICACIÓN

## Diseño del cuadro de mando integral aplicado a la integración del transporte en la cadena de suministro (la quinta perspectiva del Balanced Scorecard)

Desde la desregulación gubernamental en 1989, las barreras de entrada al sector del autotransporte se vieron reducidas, observándose desde entonces un mayor número de competidores que han enfrentado una férrea competencia entre las distintas empresas del sector enfocada principalmente a la guerra de tarifas debido a la sobre oferta del servicio. Aunado a lo anterior, son muy reducidos los usuarios que vislumbran al autotransporte como algo más que un simple movedor de carga, y han aprovechado estas circunstancias para imponer sus condiciones, debido en parte a que los autotransportistas tampoco se han interesado en ofrecer servicios de mejor calidad, manteniendo esquemas de gestión ya obsoletos, lo que provoca, en términos generales, la no integración de los transportistas a la cadena de suministro.

Bajo estas circunstancias, es imperante que las empresas autotransportistas generen nuevas formas de operar y, en general, de gestionar su negocio, aprovechando las diversas herramientas, tales como el Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard (BSC) de Kaplan y Norton, el cual se estructura de cuatro perspectivas (financiera, clientes, procesos internos e innovación y aprendizaje) que organizan a un conjunto de indicadores (financieros y no financieros) relacionados para lograr los objetivos estratégicos de las empresas.

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue el de proponer un Cuadro de Mando Integral para el autotransporte de carga como apoyo para ejecutar la estrategia corporativa, y desarrollar en éste, la quinta



Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto: <http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/>

perspectiva denominada “Integración a la Cadena de Suministro”, cuyo enfoque se orientó a medir la integración de la empresa transportista a la cadena de suministro en la cual se desempeña.

Entre las conclusiones más relevantes de la **Publicación Técnica 347** puede citarse que la “quinta perspectiva del Cuadro de Mando Integral” es una variante que permite a las empresas del autotransporte evaluar el nivel de integración con sus socios comerciales; plantea una serie de indicadores que miden la eficiencia e integración del transporte en la cadena de suministro, e incluye índices de relación y colaboración, así como el nivel de involucramiento del transportista en la planeación y toma de decisiones de la operación de la cadena de suministro.

## EVENTOS ACADÉMICOS

### Seminario de simulación numérica de propagación de tsunamis

La propagación de tsunamis es especialmente importante para enmarcar en la zona costera, las zonas de riesgo por la acción de los tsunamis.

Del 8 al 11 de agosto de 2011 se impartió este curso en las instalaciones del Instituto Mexicano del Transporte en Coordinación con el Dr. Takashi Tomita del Instituto de Investigación de Puertos y Aeropuertos de Japón.

En el curso se introdujeron los conceptos necesarios para realizar mediante simulaciones numéricas la propagación de tsunamis hacia áreas costeras.

También se expusieron los conceptos para definir la condición inicial del tsunami originado por terremotos que ocurran en alta mar, se discutieron los conceptos de la modelación numérica para la propagación de tsunamis, y los conceptos relacionados con el cálculo del runup en la playa y las corrientes que el tsunami origina una vez que aborda la plataforma continental.

El curso tuvo una duración de 36 horas, con una asistencia de 31 participantes procedentes de las API's de Ensenada y Lázaro Cárdenas, de la Secretaría de Marina, de la Comisión Federal de Electricidad, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-SEMARNAT, del Centro Nacional de Prevención de Desastres, del Centro Nacional de Datos Oceanográficos de la Universidad Autónoma de Baja California, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y de la empresa PROCOMAR, S.A. de C.V.

Alguna de la temática impartida fue:

- Cálculo de la condición inicial del Tsunami.
- Cálculo numérico de la propagación del Tsunami.
- Cálculo numérico del runup en la playa.
- Cálculo numérico de la propagación de Tsunamis para un caso específico.



**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. 3057  
 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

*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. 2010  
 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. 2056 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/>

**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](mailto:notas@imt.mx)

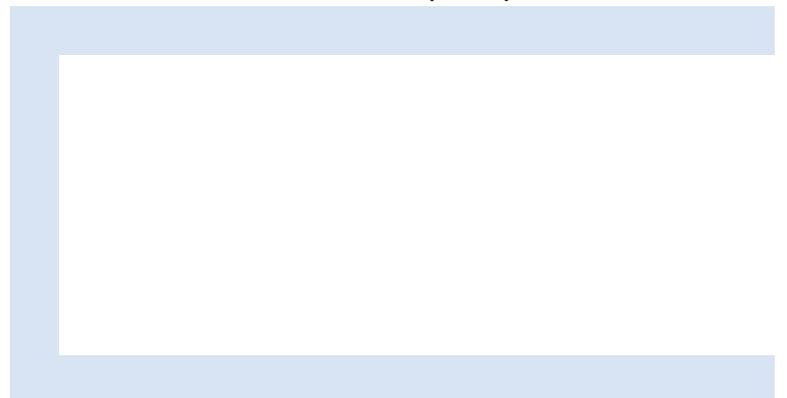
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

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