

# INTEGRARE

LA REVISTA INFORMATIVA DE TU FACULTAD



2°

COLOQUIO DE  
INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y  
11vo. CURSO-TALLER: TEMAS  
ACTUALES EN CIENCIAS  
DEL AGUA



Como es bien sabido, las aplicaciones de la ingeniería en la solución de problemas de diversa índole son muy variadas y requieren de la interacción de múltiples disciplinas para lograr resultados óptimos. En este número presentamos diversos trabajos donde se realizan análisis y propuestas en el área de programación cuántica, encriptación, minería de datos y locomoción robótica como alternativas de solución para problemas actuales.

Los trabajos que aquí se presentan fueron presentados por los autores en el “Coloquio de Investigación en Ingeniería y Curso-Taller Temas Actuales en Ciencias del Agua (CII&CTTACA 2019)”. El evento es realizado cada año por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (FI-UAE-MEX), en conjunto con el Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencia del Agua (IITCA).

Los fenómenos hidrometeorológicos implican una transferencia de energía y agua entre la tierra y la atmósfera inferior, que provocan inundaciones, tormentas tropicales y sequías. En México los desastres más frecuentes son los ocasionados por los fenómenos hidrometeorológicos, provocando pérdidas económicas en toda la sociedad en su conjunto. En el trabajo “Eventos hidrometeorológicos en México” de Lourdes Loza-Hernández, realiza un análisis de los fenómenos que más han impactado en el país, así como sus pérdidas económicas que impactan en las zonas de desastre.

Por su parte en el trabajo “Importancia del análisis de riesgo sísmico en México” de García-Rueda Graciela, Valdovinos-Rosas Rosa Ma., Valdés-González Jesús, González-Ruiz J. Leonardo y Marcial-Romero J. Raymundo, realizan un análisis del comportamiento sísmico en una estructura existente, para así mitigar las pérdidas que los sismos producen en el mundo; teniendo la necesidad de realizar estudios de análisis de riesgo sísmico, los cuales necesitan una atención prioritaria, para tener un plan que pueda contrarrestar daños en futuros desastres ocasionados por sismos.

También se cuenta con el trabajo “Caracterización geométrica y análisis numérico del flujo en una boquilla de una turbina Pelton a microescala” de Zamora-Juárez Miguel Ángel, Fonseca Ortiz Carlos Roberto, García-Pulido Daury, Gallego-Alarcón Iván y López Rebolgar Boris Miguel, en donde presentan la caracterización geométrica y la simulación numérica de una boquilla para analizar las zonas donde existen pérdidas de energía.

Los flujos constantes de datos generados por las empresas y redes sociales han generado la necesidad de análisis y generación de conocimiento, pero ha sobrepasado la capacidad de procesamiento, almacenamiento y análisis de información, conocido como Big Data. En este contexto, el estudio “Ciberseguridad en tiempo de Big Data, un desafío latente” realizado por Angelica Guzmán Ponce, Rosa María Valdovinos Rosas, José Sánchez Garreta y Roberto Alejo Eleuterio argumentan la importancia de la seguridad en Big Data, además de que es un área de oportunidad de investigación y generación de estrategias que aseguren la calidad del procesamiento de datos y su protección.

El transporte de pasajeros provoca accidentes y economías de escala que afecta a la sociedad en general. El artículo “Esquema de regulación del sistema de transporte público de pasajeros basado en la teoría de contratos” de Najera-López Ma. de Lourdes, presenta la importancia de que el Estado regule el transporte público en México y con maximizar los excedentes del consumidor y del productor que es donde se refleja el incentivo otorgado por parte del regulador a la empresa por su eficiencia de manera indirecta, de tal forma que el usuario se vea beneficiado una vez se haya encontrado el precio óptimo (tarifa menor) y un mejor nivel de servicio.

Los trabajos presentados ofrecen una pequeña mirada a las múltiples aplicaciones de la ingeniería en la solución de los diversos problemas actuales. Esperamos que en esta edición los lectores encuentren información valiosa y de interés.

# Eventos Hidrometeorológicos en México

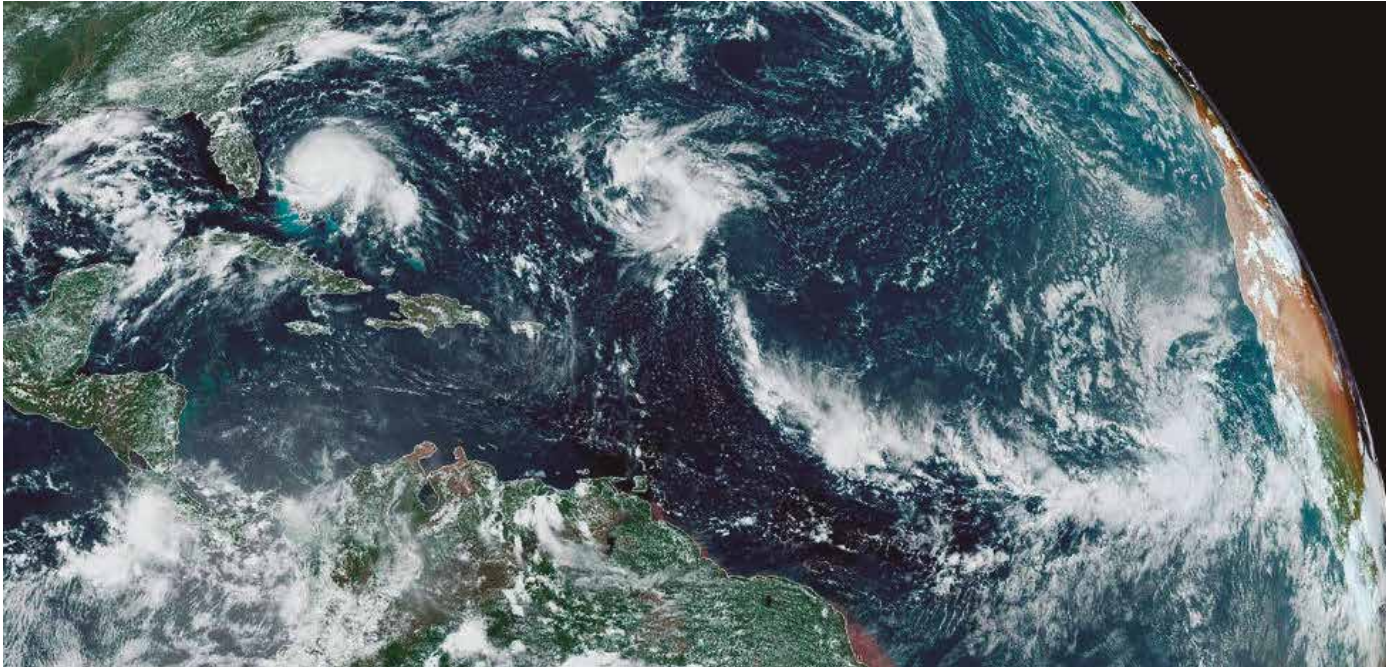
Lourdes Loza-Hernández<sup>1</sup>

Ma. de Lourdes Najera López<sup>2</sup>

Universidad Autónoma del Estado de México, 50100,  
Toluca, Estado de México, México

<sup>1</sup> Estancia Posdoctoral 2019-1 CONACYT, Facultad de Ingeniería llozahe@gmail.com

<sup>2</sup> mlnajeral@uaemex.mx



## Introducción

Los eventos hidrometeorológicos se definen como “un fenómeno hidrológico y meteorológico que implica una transferencia de energía y agua entre la tierra y la atmósfera inferior” [1]. También son definidos como “procesos naturales o fenómenos de naturaleza atmosférica, hidrológica u oceanográfica” [2]. Este tipo de eventos ocasiona desastres conocidos como naturales por el nivel de efectos que estos ocasionan, por lo que los desastres hidrometeorológicos incluyen inundaciones, tormentas tropicales y sequías. Este artículo muestra las pérdidas económicas resultado de desastres hidrometeorológicos en México.

## Desastres Hidrometeorológicos

El Centro Nacional de Prevención de Desastres en México (CENAPRED), es el organismo gubernamental encargado de “salvaguardar en todo momento la vida, los bienes e infraestructura de las y los mexicanos a través de la gestión continua de políticas públicas para la prevención y reducción de riesgos de desastres, por medio de la investigación y el monitoreo de fenómenos perturbadores, así como la formación educativa y la difusión de la cultura de protección civil, con objeto de lograr una sociedad más resiliente” [3], quien con el fin de analizar detalladamente los efectos de cada evento hidrome-



teorológico que ha ocasionado daños en nuestro país, ha tenido a bien clasificar estos eventos de la siguiente forma: lluvias e inundaciones, ciclones tropicales, temperaturas extremas, sequías y otros fenómenos hidrometeorológicos (tormentas severas y fuertes vientos).

Estadísticas de los desastres hidrometeorológicos en México

En México los desastres más frecuentes son los ocasionados por eventos hidrometeorológicos. Abeldaño [4] en su trabajo estadístico sobre eventos naturales reporta que, en el año 2007, un 99.5% de los desastres observados fueron ocasionados por eventos hidrometeorológicos.

WHO [5] señala que en el año 2005 México ocupó el séptimo lugar de países afectados por eventos naturales, y específicamente hidrometeorológicos, considerando estos eventos por sus efectos en la población, y el medioambiente como desastres naturales. Los tipos de desastres con mayor afectación a la población en México en el periodo de 2000 a 2011 fueron tormentas, inundaciones y sismos, habiendo generado un total de 7,373,904 personas afectadas. Datos reportados por WHO [5] en conjunto con el CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) indican que el número de personas fallecidas debido a inundaciones durante el periodo comprendido de 1900 a 2011 es de 3,586.

CENAPRED [6] en su informe socioeconómico anual reporta un 96.2% de daños y pérdidas, perteneciendo en primera instancia a fenómenos hidrometeorológicos la cantidad de 17,110 millones de pesos, en segundo lugar, con 1.4% correspondiente a 246.9 millones de pesos a los eventos geológicos, también con 1.4 % y 245.6 millones de pesos los eventos de origen químico. En relación a los fenómenos hidrometeorológicos, 44% del impacto en términos de daños y pérdidas correspondió a fuertes lluvias, mientras que 28.4 % a ciclones tropicales. En el tercer lugar, se ubicaron las inundaciones con 18.4 % de afectaciones provocadas por este fenómeno.

Por otro lado, Abeldaño [7] basados en información obtenida de la base de datos International Disaster Database (EM-DAT) que mantiene el Centre de Recherche sur l'Epidémiologie des Desastres de L'École de Santé Publique de l'Université Catholique de Lovaina, en Bélgica, muestran que de un total de 219 desastres registrados en la base de datos durante el periodo 1900 a 2016, 31.1 % fue de origen tecnológico y el 68.9 % es de tipo natural. Los desastres meteorológicos y los hidrológicos son los de mayores pérdidas económicas, registrando con un total de 35,322 millones de dólares.

Con base en información del CENAPRED [6], la Tabla 1 muestra las pérdidas económicas causadas por eventos hidrometeorológicos en México por año en el periodo de 2000 a 2015. En la Tabla 1 se aprecia que el año con mayor nivel de pérdidas económicas fue el año 2010, con aproximadamente 6,000 millones de dólares.

Los eventos hidrometeorológicos considerados en las estadísticas de la Tabla 1 son: bajas temperaturas, ciclón tropical, fuertes vientos, tormenta severa o granizada, tornado, inundación, lluvias, marea de tormenta, sequía, heladas y temperaturas extremas.

Tabla 1: Pérdidas económicas causadas por eventos Hidrometeorológicos en México

| Año  | Pérdidas (Millones de dls) |
|------|----------------------------|
| 2000 | 157.27                     |
| 2001 | 278.71                     |
| 2002 | 1,123.96                   |
| 2003 | 1,050.18                   |
| 2004 | 62.78                      |
| 2005 | 4,148.66                   |
| 2006 | 401.20                     |
| 2007 | 33.14                      |
| 2008 | 1,234.03                   |
| 2009 | 1041.35                    |
| 2010 | 5,903.92                   |
| 2011 | 3,189.72                   |
| 2012 | 1,116.42                   |
| 2013 | 4,422.13                   |
| 2014 | 2,103.06                   |
| 2015 | 1,060.18                   |

Fuente: CENAPRED (2019)

La Figura 1 indica la tendencia de las pérdidas económicas causadas por eventos hidrometeorológicos en México, durante el periodo de 2000 a 2015, así como un incremento a lo largo de los años y un promedio anual aproximado de 2,300 millones.

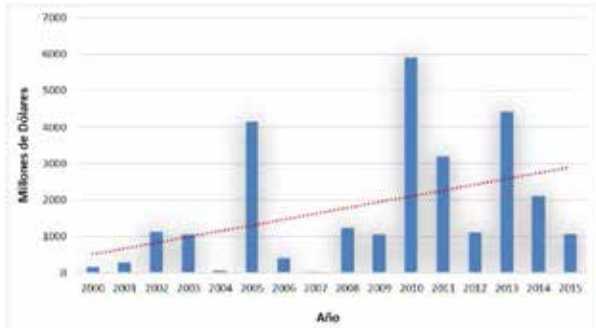


Figura 1: Análisis de tendencia de pérdidas económicas en México durante los años 2000 – 2015. Elaboración propia, fuente de datos CENAPRED [6].

Las estadísticas proporcionadas por el Centro Nacional de Prevención de Desastres [6] sobre el im-

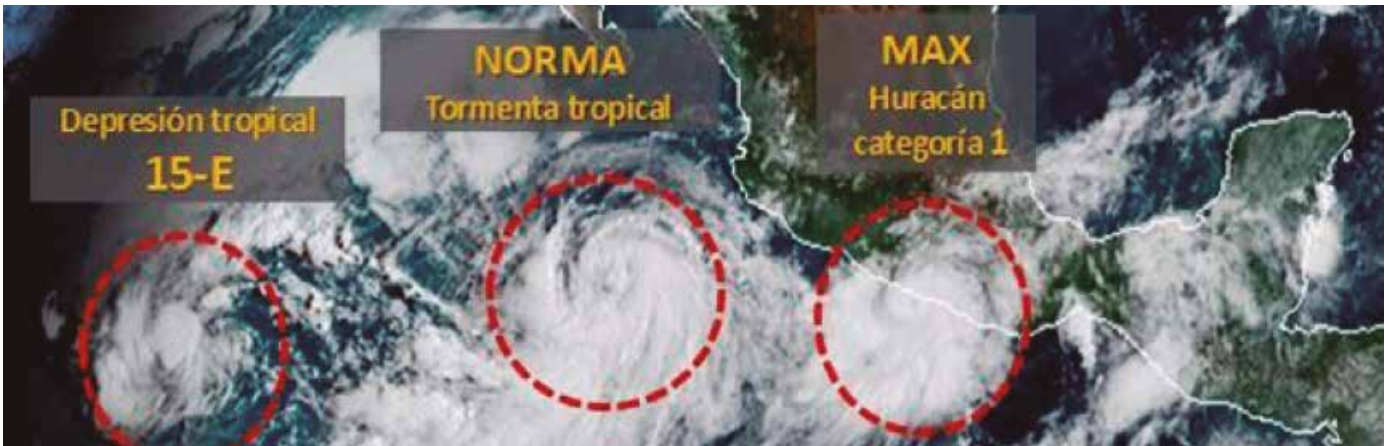
pacto socioeconómico que los eventos naturales y sobretodo los hidrometeorológicos tienen en el desarrollo del país, nos muestran la importancia de los efectos que este tipo de eventos tienen en el bienestar de la población, y en los sectores económico y ambiental del país, por lo que podemos decir que las acciones realizadas hasta el momento en este campo, requieren de mayor fortalecimiento a través del diseño, desarrollo e implementación de nuevos enfoques que valoren el riesgo de los eventos naturales.

#### Comentarios

Las estadísticas mencionadas sobre desastres naturales en México, muestran la magnitud y relevancia del tema, lo cual justifica la preocupación de expertos, investigadores, entidades gubernamentales, organismos no gubernamentales y organismos internacionales tienen en este tipo de eventos.

El desarrollo de metodologías que permitan evaluar el riesgo y proponer alternativas para disminuir los efectos de los eventos y acelerar la resiliencia en las áreas afectadas, son los objetivos que muchos expertos e investigadores tienen en conjunto con organismos públicos y privados, sin embargo, el trabajo que no es fácil y que requiere de la cooperación de todos para lograr los objetivos.

#### Referencias



[1] Chuan, N. C., Thiruchelvam, S., Ghazali, A., Nasharuddin, K. M., Sabri, R. M., Jin, N. Y., Norkhairi, F. F., and Yahya, N. 2018. A review of key activities in hydro meteorological disaster management. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.35) 839-843.

[2] UNESCO (United Nations Education, Scientific, and Cultural Organization, 2018). *Hydrometeorological Hazards. Disaster Risk Reduction. Natural Sciences*. United Nations Education, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO). Available

online: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/special-themes/disaster-risk-reduction/natural-hazards/hydro-meteorological-hazards/>. Accesada: septiembre 20, 2018).

[3] SEGOB (Secretaría de Gobierno, 2019). Centro Nacional de Prevención de Desastres. <https://datos.gob.mx/busca/organization/about/cenapred>. Accesada: octubre 10, 2019.

[4] Abeldaño Zúñiga R.A., González Villoria A.M. 2018. *Desastres en México de 1990 a 2016: patrones de ocurrencia, población afectada y*

daños económicos. *Rev Panam Salud Publica*. 2018; 42, 55. <https://doi.org/10.26633/RPSP>.

[5] WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CREDE), 2011.

[6] CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019). *Impacto socioeconómico 2000 -2015*. Secretaría de Gobernación. <https://datos.gob.mx/busca/organization/cenapred>. Accesada: septiembre 11, 2019.



# Importancia del Análisis de Riesgo Sísmico en México

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México.  
García-Rueda Graciela, Valdovinos-Rosas Rosa Ma., Valdés-González Jesús,  
González-Ruiz J. Leonardo, Marcial-Romero J. Raymundo

La corteza terrestre está constituida por grandes placas poco deformables, las cuales son arrastradas por corrientes de magma, formando aberturas submarinas. Estos movimientos relativos son resistidos por fricción cuyo vencimiento suele dar origen a los sismos [1].

Un sismo es la vibración de la tierra producida por liberación rápida de energía, esta energía se propaga en todas las direcciones desde su origen en forma de ondas. Existen diversos fenómenos naturales que son capaces de representar una amenaza para los seres humanos; uno de ellos son los sismos los cuales ocurren sin previo aviso y pueden llegar a causar un número alto de víctimas y pérdidas económicas cuantiosas [2].

Los movimientos sísmicos registrados a lo largo de la historia han evidenciado que uno de los factores que más genera pérdidas materiales y humanas es el derrumbe de las construcciones y el colapso de estructuras. Materiales de deficiente calidad, el incumplimiento de normas sísmo resistentes y mano de obra no calificada influyen en el derrumbe de las construcciones [3].

El sismo registrado el 7 de Septiembre de 2017 con magnitud 8.2 en Oaxaca, causó daños en 107 municipios, dejando afectaciones en 57,621 viviendas, 1,988 escuelas, 102 inmuebles culturales y 104 edificios públicos. A pocos días de dicho acontecimiento, el 19 de Septiembre del mismo año un sismo de magnitud 7.1 grados sacudió la Ciudad de México, donde más de 150 mil viviendas de Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Puebla, Morelos y Estado de México fueron dañadas, cuyo costo estimado de reparación es de 38,150 millones de pesos [4].

Además de edificios y viviendas, otras estructuras que sufrieron daños son los inmuebles históricos y de valor cultural, como la zona arqueológica de Chiapa de Corzo, Zócalo de la Ciudad de México, el Museo Nacional de Arte, entre otros, cuya reparación tiene un costo estimado de 8000 millones de pesos.

Derivado de lo anterior es necesario analizar el comportamiento sísmico en una estructura existente, para así mitigar las pérdidas que los sismos producen en el mundo; teniendo la necesidad de realizar estudios de análisis de riesgo sísmico, los cuales necesitan una atención prioritaria, para tener un plan que pueda contrarrestar daños en futuros desastres ocasionados por sismos.

El riesgo se define como las consecuencias económicas, sociales y ambientales potenciales en eventos peligrosos que pueden ocurrir en un período de tiempo específico. El objetivo de un análisis de riesgo sísmico es predecir el daño esperado en las estructuras debido a un sismo específico. Una vez determinado dicho daño, es posible encontrar algunas soluciones para reducir sus efectos. Estas soluciones recaen en el coste de la estructura, el cual debe compararse con las pérdidas esperadas para decidir si su refuerzo es factible.

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicas más activas del mundo, debido principalmente a la interacción entre las placas de



Figura 1. Sismo de 1985 en Cd. de México.



Figura 2.

Norteamérica, cocos, pacífico, rivera y caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados. Por tal motivo la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas: A bajo riesgo sísmico, B medio riesgo sísmico, C alto riesgo sísmico y D muy alto riesgo sísmico, y las cuales se muestran en la siguiente figura.

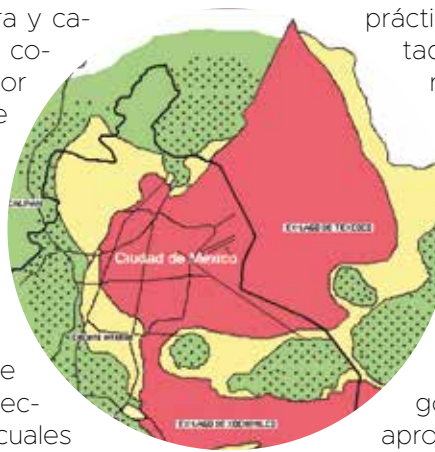


Figura 3.

A lo largo de la historia, la ciudad de México ha sido frecuentemente afectada por sismos, algunos de los cuales han provocado severos daños en estructuras y pérdidas humanas, económicas, sociales entre otras. Los eventos de los años 1907, 1911, 1941, 1957, 1979, 1985 y 2017 ocasionaron diferentes niveles de daño, los sismos ocurridos (con magnitudes entre 7.5 y 8.1) tuvieron su origen en las costas del Pacífico mexicano, con epicentros a más de 250 km de la ciudad de México.

De estos eventos uno de mayor impacto fue el ocurrido el 19 de septiembre de 1985, el cual se originó en la zona de subducción entre la placa de Cocos y Norteamérica de magnitud 8.1 el cual produjo severos daños a edificios en la Ciudad de México. Este sismo provocó la destrucción total o parcial de más de 2000 inmuebles y más de 8000 personas fallecidas.

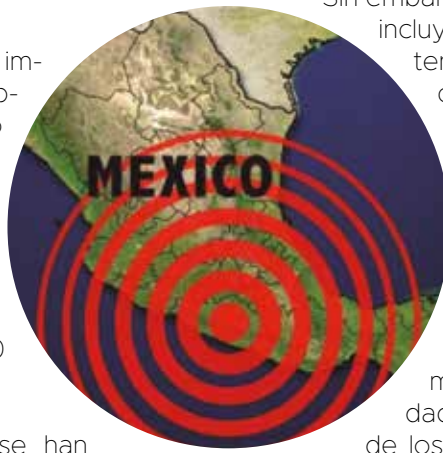


Figura 4.

Las evaluaciones del daño que se han realizado para dicho sismo, fueron obtenidos con datos proporcionados por compañías de seguros. Esta base de datos contiene 1597 construcciones clasificadas por tipo de edificio y tipo de suelo sobre el que están desplantados. El número de edificios asegurados no constituye una muestra representativa del universo de construcciones de la ciudad de México. Sin embargo 32 años después el 19 de septiembre del año 2017 se presentó un sismo de magnitud 7.1, causó daños catastróficos en el estado de Morelos que afectaron a más de 23,000 inmuebles en

prácticamente todos los municipios del estado. Por lo que después de un sismo, resultan ser de gran importancia las acciones de emergencia existentes en la región para dar apoyo a la sociedad, tanto en el rescate de personas atrapadas como en la evaluación de la condición estructural que presentan los inmuebles, y de esta manera, mitigar sus efectos.

La realización de un análisis de riesgo sísmico permite puede tener una aproximación de predecir un posible daño en las estructuras derivado de un sismo específico. Una vez que se han podido determinar dichos daños, se pueden considerar al momento de tomar decisiones en la construcción de estructuras y de esta manera encontrar soluciones con el objetivo de reducir efectos desfavorables.

Sin embargo no solo en el análisis de riesgo se incluyen datos estructurales, ya que para tener un buen análisis es indispensable considerar con otro tipo de costos como son vidas humanas, incapacidades, detención de actividades, entre otros. Por lo que sin duda alguna es indispensable evaluar detalladamente la seguridad estructural de los inmuebles, a través de pruebas de campo, de laboratorio y cálculos para establecer técnicamente las condiciones de habitabilidad y riesgo de los inmuebles respecto de los parámetros técnicos y conforme a las normas aplicables, actualizadas a raíz del sismo del 19 de septiembre de 2017.

REFERENCIAS

[1] E. Rosenblueth, "Sismos y sismicidad en México", *Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos*, 1992.  
 [2] B. Pérez, "La peligrosidad sísmica y el factor de riesgo", *Informes de la Construcción*, vol. 66, no. 534, pp. 1-8, 2014.  
 [3] F. Peña Mondragón, "Estrategias para el modelado y el análisis sísmico de estructuras históricas", *Ingeniería sísmica*, vol. 1, no. 83, pp. 1-7, 2010.  
 [4] Milenio, "Los daños por el sismo: reporte del gobierno federal." *Obtenido de: <http://www.milenio.com/negocios/los-daños-por-elsismo-reporte-del-gobierno-federal>. Consultada el 04 de Septiembre de 2019.*



# Caracterización geométrica y análisis numérico del flujo en una boquilla de una turbina Pelton a micro escala

Zamora-Juárez, Miguel Angel<sup>1</sup>; Fonseca Ortiz, Carlos Roberto<sup>1</sup>; García-Pulido, Daury<sup>1</sup>; Gallego-Alarcón, Iván<sup>1</sup>; López Rebollar, Boris Miguel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua (IITCA), Universidad Autónoma

del Estado de México, Unidad San Cayetano, Km. 14.5, carretera, Toluca-Atlacomulco, C.P. 50200 Toluca, Estado de México, México

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec S/N, Ciudad Universitaria, Universitaria, 50110 Toluca de Lerdo.

mzamoraj638@alumno.uaemex.mx; crfonsecao@uaemex.mx;  
dgarciap@uaemex.mx; iga@uaemex.mx; bmlopezr@uaemex.mx

**Palabras clave:** Boquilla, Turbina Pelton, Análisis numérico, Velocidad del chorro

Una turbina Pelton es un dispositivo que aprovecha la energía potencial de un fluido, dada por la presión de la carga hidráulica, y la convierte en un chorro de alta velocidad a través de una boquilla, transformándose en energía cinética, que posteriormente impacta con las cazoletas adheridas al rodete de la turbina [1]. El diseño de sus boquillas y otros elementos adicionales ha sido llevado a cabo a partir de la experiencia ganada y experimentación tradicional. Por ello, se han desarrollado métodos para reducir la complejidad en este proceso, siendo el más utilizado, la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), por sus siglas en inglés) [2].

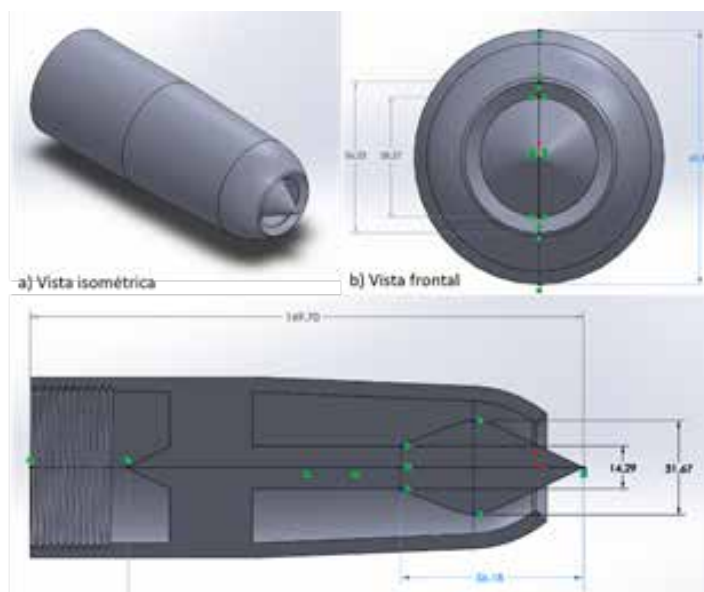
La aplicación de CFD permite modelar mediante esquemas numéricos, el flujo a través de los diversos elementos, proporcionando mejores diseños hi-

dráulicos y mayor comprensión del comportamiento del flujo y su influencia en la eficiencia del sistema. Por ejemplo, algunos autores [3] han evaluado

el rendimiento de una turbina tipo Pelton considerando como dominio la turbina y número de boquillas para analizar parámetros, tales como: el torque, presión, deformación del chorro, la eficiencia de la turbina, entre otros. Sin embargo, la manera en que la boquilla convierte la energía potencial en cinética no es abordada con especial atención.

El presente trabajo presenta la caracterización geométrica y la simulación numérica de una boquilla

para analizar las zonas donde existen pérdidas de energía. El dispositivo está diseñado para operar en una micro central hidroeléctrica operando mediante una turbina tipo Pelton bajo distintos valores de car-



**Figura 1. Vistas de la boquilla:**  
**a) Isométrica, b) Frontal, c) Lateral**

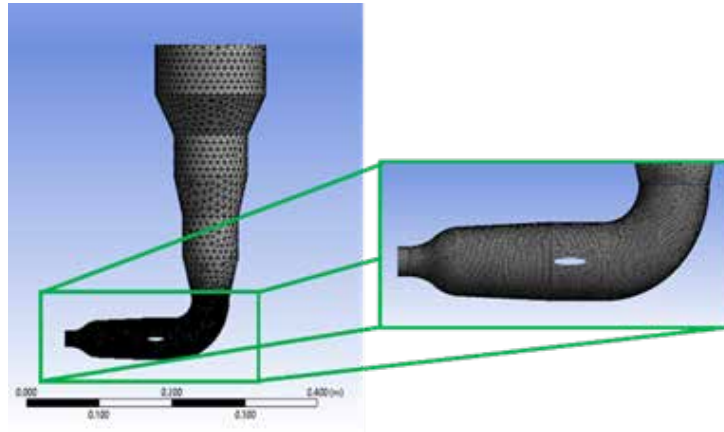


ga hidráulica y caudal. El dominio considerado en el análisis numérico corresponde únicamente a una parte de la tubería de conducción, el cuerpo de la boquilla y una pequeña sección del chorro de salida donde se considera un flujo monofásico y no estacionario. Mediante experimentación, el acceso a dicha información es muy complicado y complejo de obtener.

Por ello, se pretende analizar y comprender el comportamiento del fluido mediante simulación numérica y ofrecer observaciones para posibles modificaciones de diseño en la geometría de la boquilla.

La caracterización geométrica de la boquilla se puede realizar a partir de un perfil propuesto empíricamente [4] cuyo dimensionamiento se encuentra en función del diámetro del chorro  $d_{jet}$ . En este caso se propone un valor de  $d_{jet}=0.75$  in (19.05 mm) y una longitud de aguja  $l=56.18$  mm. La modelación tridimensional de la boquilla se realiza mediante un software especializado de tipo CAD (Computer Aided Design).

La figura 1 muestra la modelación y las dimensiones geométricas de la boquilla según los valores obtenidos de los coeficientes seleccionados y el diámetro del chorro propuesto. Se puede observar



**Figura 2. Malla del dominio de la boquilla**

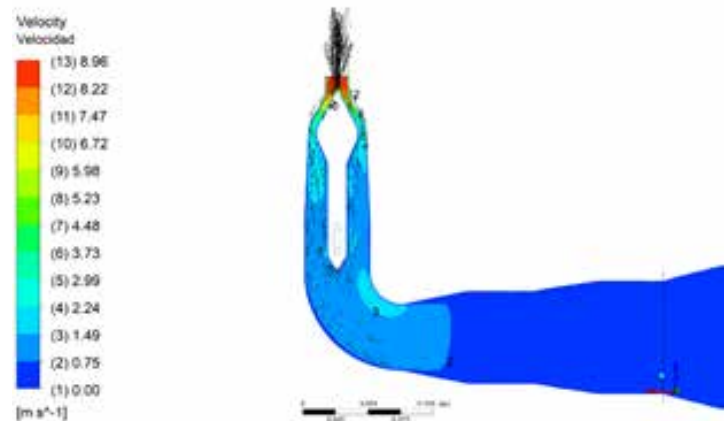
que el diámetro a la salida de la boquilla (28.57 mm) es mayor al diámetro del chorro ( $d_{jet}=19.05$  mm).

La diferencia de estos valores se debe a una ligera compresión previa a la salida del chorro del cuerpo de la boquilla. Además, la forma de la aguja fomenta un decremento en la presión del fluido compensada con un incremento en la ve-

locidad del fluido (energía cinética).

La simulación del flujo se realizó mediante el software ANSYS-Fluent. El dominio de trabajo corresponde a una sección de la tubería de conducción,

el cuerpo de la boquilla y una pequeña sección del chorro a la salida. La discretización del dominio se realizó empleando una estructuración de hexaedros con una longitud máxima de arista de 10 mm en la topología de la malla. La figura 2 muestra la malla compuesta por un total de 227 348 nodos y 1 187 658 elementos. El índice de calidad de elementos en la malla es de 0.8403. En la región correspondiente

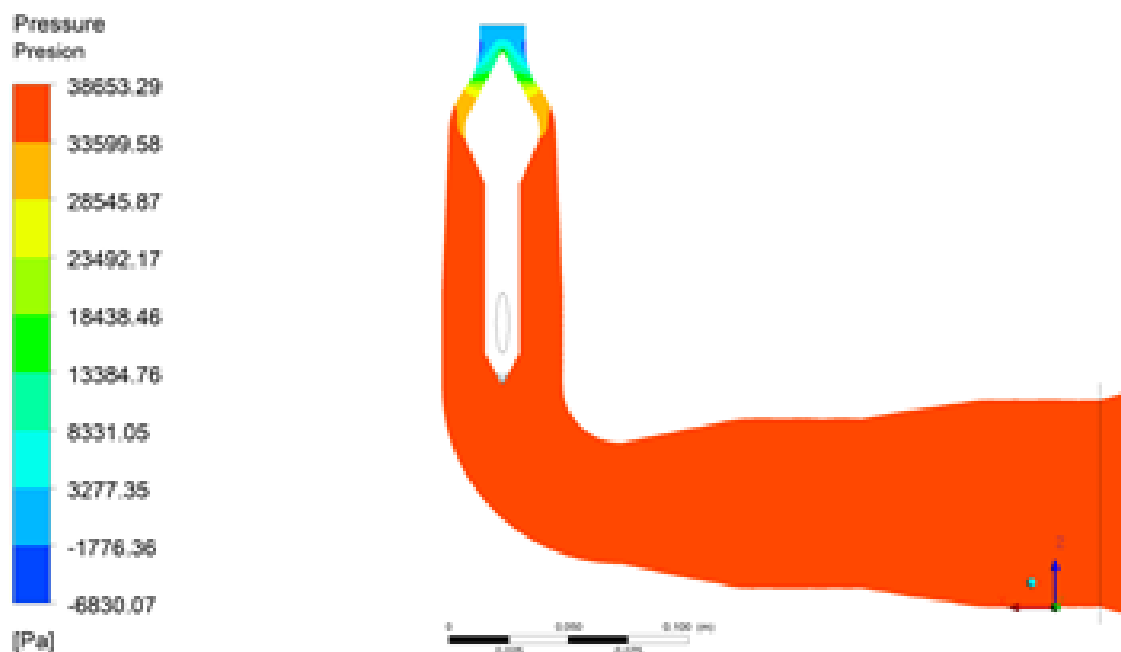


**Figura 3. Campo de velocidades en el flujo a través de la boquilla**

a la boquilla se aplicó un proceso de refinamiento para incrementar el número de elementos y mejorar la estimación numérica.

Respecto a las condiciones de frontera, la presión de operación se establece en la sección transversal





**Figura 4. Campo de presión en el flujo a través de la boquilla**

de la tubería de conducción (Inlet) operando bajo una carga hidráulica  $H_T=4.5$  m y un caudal esperado  $Q=2.405$  l/s . La sección correspondiente a la salida (Outlet) se operó con una presión estática relativa de 0 Pa [5]. La curvatura en el cuerpo de la boquilla puede ser un factor que influya en la eficiencia, al propiciar la generación de turbulencia. Por ello, es necesaria la aplicación de un modelo matemático que permita evaluar los efectos en pérdidas de energía cinética. Para este caso se emplea el modelo  $k-\epsilon$  . Por otra parte, la fracción de volumen de agua se considera de 1.0 en todo el dominio debido a que no se analiza la presencia de cavitación.

Las figuras 3 y 4 muestran los resultados numéricos en la boquilla para una carga hidráulica  $H_T$  de 4.5 metros. La figura 3 muestra el campo de velocidad

del fluido en el volumen de control, donde se puede apreciar un incremento en la velocidad a lo largo del cuerpo de la boquilla. Sin embargo, este incremento no es simétrico con respecto al eje de la aguja. Lo cual indica que el chorro puede sufrir deformación poco después de su salida.

Por otro lado, la figura 4 muestra el campo de presión en el mismo escenario. La presión se mantiene constante a lo largo de todo el dominio hasta la sección previa a la salida de la boquilla. La reducción de presión en esta zona se encuentra asociada a un incremento en la velocidad. A diferencia del perfil de la figura 4, la presión sobre el fluido es uniforme y simétrica con respecto al eje de la boquilla.

En términos generales, se puede observar que, la región correspondiente a la aguja muestra cambios

significativos en el flujo (velocidad y presión, principalmente). Se deduce que la geometría de la boquilla, especialmente la aguja, tiene una inferencia significativa como dispositivo en la conversión de energía potencial, proporcionada por la carga hidráulica, en energía cinética (velocidad del chorro).

De acuerdo con los resultados obtenidos de la simulación de la boquilla, se realizó una comparación de resultados entre los caudales estimados mediante estimaciones analíticas y los datos proporcionados por el software. Se estimó un error relativo máximo de 5.36% en los resultados del escenario propuesto (tanto caudal como velocidad). Por ello el comportamiento estimado analíticamente es validado por los resultados obtenidos por el software y es fiable emplear los datos para el diseño de una turbina y otros elementos.

La simulación numérica permitió evaluar el comportamiento del fluido de manera local en las zonas de interés (principalmente la zona correspondiente a la aguja). Los resultados obtenidos mostraron la tendencia con la que el fluido modifica sus propieda-

des a lo largo del dominio. Principalmente, el campo de velocidades mostró la inferencia de la geometría en la aceleración del flujo.

La velocidad del fluido en el cuerpo de la aguja presenta una aceleración asimétrica con respecto al eje de la boquilla. El lado izquierdo de la aguja, con respecto al cuerpo de la boquilla, presenta un mayor incremento en la velocidad comparado con el lado derecho. Sin embargo, el campo de presión indica una distribución uniforme y simétrica. Por ello, es posible que bajo estas circunstancias el chorro de salida sufra deformación o presente zonas con un flujo no estacionario.

Es importante destacar que, los resultados obtenidos del análisis numérico corresponden únicamente a la configuración de boquilla propuesta. Sin embargo, es posible plantear modificar la curvatura de la aguja para analizar la inferencia de esta sección con el fin de mejorar la conversión de energía potencial a cinética. Un análisis de sensibilidad permitiría evaluar el impacto de variar los parámetros geométricos en la eficiencia de la boquilla.

#### REFERENCIAS

- [1] White, F. *Fluid Mechanics*. 7 Edition, New York, NY: Mc Graw Hill, 2011.
- [2] Chung, T. *Computational Fluids Dynamics*. 1 edition, Cambridge, UK: Cambridge University, 2002.
- [3] Zeng, C., Xiao, Y., Luo, Y., Zhang, J., Wang, Z., Fan, H. & Ahn, S., "Hydraulic performance prediction of a prototype Four-nozzle Pelton turbine by entire flow path simulation", *Renewable Energy*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-20, feb 2018.
- [4] Nechleba, M. *Hydraulic Turbines; Their design and equipment*. 1 edition, London, UK: Constable & Co Ltd, 1957.
- [5] Zeng, C., Xiao, Y., Xu, W., Wu, T., Zhang, J., Wang, Z. & Luo, Y. "Numerical analysis of Pelton nozzle jet flow behavior considering elbow pipe", Vol. 49, No. 1, pp. 1-8, jun 2016.



# Ciberseguridad en tiempo de Big Data, un desafío latente

Angélica Guzmán Ponce  
Rosa María Valdovinos Rosas  
José Sánchez Garreta  
Roberto Alejo Eleuterio

Los flujos constantes de datos generados por empresas y redes sociales, han generado la necesidad de análisis y generación de conocimiento, sin embargo, han sobrepasado la capacidad de procesamiento, almacenamiento y análisis de la información, conocido como Big Data. Bajo este esquema, la seguridad de la información, busca solventar las posibles amenazas que pongan en riesgo los datos procesados. En tanto que, garantizar seguridad en Big Data provoca que desafíos y retos sean de interés para la comunidad científica.

Las características que definen a Big Data como los datos que exceden las capacidades actuales de los sistemas actuales de bases de datos [1], propician que la obtención de conocimiento se realice con el paradigma Divide y

vencerás, basado en la división del conjunto de datos para un procesamiento distribuido entre computadoras.

En consecuencia, los fallos de seguridad son relevantes en el procesamiento de datos “delicados”, es decir, datos personales que el sector público o privado maneja, ante el hecho de tener noticias tales como el robo de datos por medio de ataques informáticos han provocado un cambio de paradigma a favor de solventar huecos de seguridad. El tratamiento de datos como audios e imágenes originan un reto de mayor complejidad para la protección de privacidad de los usuarios en Big Data [2].

Una posible vía de solución, está dada por el cifrado de datos, no obstante, refleja de igual manera una necesidad de adaptación en contexto de Big Data, para asegurar un control de acceso a los datos en línea [3]. La Seguridad Informática o Ciberseguridad, se encarga de salvaguardar los sistemas en términos de sof-

ware y hardware, por lo que se requiere de políticas donde se reflejen las condiciones de acceso, así como derechos y obligaciones que se demandan.

En consecuencia, es necesario contar con una infraestructura donde las políticas de operación sean adecuadas. Adicionalmente, la implementación de mecanismos de seguridad, como el cifrado, atiendan las vulnerabilidades en sus tres categorías: Seguridad de infraestructura, privacidad de datos y administración de datos [4], en el uso de entornos de trabajo de Big Data.

**Facebook admitió que se tienen comprometidos 30 millones de datos personales y de contacto de usuarios de esta red social.**



Figura 1 Características de Big Data [1].

**Un entorno de trabajo a una estructura tecnológica que contiene software para ser usado, de tal modo que facilite el desarrollo de aplicaciones, permitiendo el uso transparente de los recursos de hardware donde es instalado.**



**Figura 2 Niveles de Protección para entornos de trabajo [4].**

La seguridad en Big Data es un área de oportunidad en investigación y generación de estrategias que aseguren la calidad de procesamiento de datos y protección de estos, ya que el inminente incremento de datos requiere el establecimiento de mecanismos que eviten vulnerabilidades en entorno de trabajo para Big Data [5]. Un ejemplo, es el entorno de trabajo Hadoop, que cuenta con el mínimo de requerimientos de seguridad, pero se busca usarlo en ambientes confiables dados por los mecanismos de protección. La protección de datos, exige

implementar políticas de seguridad en Big Data, por medio de un adecuado control de acceso, así como el uso de cifrado de los datos en las implementaciones, mientras que el uso de protocolos como Kerberos, generan hasta el momento un entorno de trabajo seguro en Big Data.

En las posibles líneas abiertas de estudio, el desarrollo de métodos de cifrado de datos en tiempo real es una necesidad, de tal ma-

nera que aseguren que no existirá infiltración de datos o pérdida de estos sin permiso. La seguridad ha sido y será un tema delicado que requiera de investigación y propuestas que garanticen mecanismos que protejan los datos y su privacidad en la nueva era de Big Data.

**REFERENCIAS**

[1] M. I. Baig, L. Shuib, and E. Yadegaridehkordi, "Big data adoption: State of the art and research challenges," *Information Processing & Management*, vol. 56, no. 6, pp. 1-17, 2019.

[2] R. Alguliyev and Y. Imamverdiyev, "Big Data: Big Promises for Information Security," in *2014 IEEE 8th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, pp. 1-4.

[3] S. Aditham and N. Ranganathan, "A novel framework for mitigating insider attacks in big data systems," in *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2015, pp. 1876-1885.

[4] G. S. Bhathal and A. Singh, "Big Data: Hadoop framework vulnerabilities, security issues and attacks," *Array*, vol. 1-2, pp. 1-8, 2019.

[5] H. Ye, X. Cheng, M. Yuan, L. Xu, J. Gao, and C. Cheng, "A survey of security and privacy in big data," in *16th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)*, 2016, pp. 268-272.

| Entorno         | Confidencialidad   | Monitoreo  |
|-----------------|--|--|
| Hadoop          | -  | Apache Ranger, Kerberos  |
| Spark           | Cifrado basado en AES o cifrado temporal en el almacenamiento.                         | Limitación en puertos, Autenticación por SHS Web UI y certificado SSL                                      |
| IBM BigInsights | Uso de privilegios SQL, cifrado y certificados SSL                                     | Autorización a trabajos, Auditoría de logs   |
| Cloudera        | Seguridad en la capa de transporte y cifrado de datos (Cloudera Navigator Key Trustee) | Kerberos, Listas de acceso   |
| P2PCS           | Cifrado basado en longitud de formato  | Servicio de corte (SS), los nodos se clasifican de acuerdo a solicitudes de usuarios basadas en criterios. |

**Tabla 1 Seguridad en Big Data.**





# Esquema de regulación del sistema de transporte público de pasajeros basado en la teoría de contratos

Ma. de Lourdes Najera López<sup>1</sup>

Lourdes Loza-Hernández<sup>2</sup>

Universidad Autónoma del Estado de México,  
50100, Toluca, Estado de México, México

<sup>1</sup>lnajeral@uaemex.mx

<sup>2</sup>llozahe@gmail.com

La regulación del mercado de transporte consiste en introducir barreras legales que permitan el control de los actores económicos con la finalidad de establecer el nivel de eficiencia y el bienestar social óptimos, a través de una autoridad reguladora. El transporte de pasajeros es un servicio público y por tanto debe ser controlado por una autoridad de este tipo, la cual debe vigilar la producción y distribución de este de tal manera que se ofrezca eficientemente.

Por otra parte, existen ciertas situaciones en las que es deseable algún tipo de intervención pública [1]: 1) cuando la competencia es deseable, pero existen problemas para que se produzca de manera efectiva. 2) cuando la competencia entre empresas efectivamente se produzca, pero con un grado que no la haga socialmente deseable y

puede que se mejore el bienestar social con alguna regulación sobre las empresas y 3) Cuando hay dificultad para que haya más de un operador, pero además socialmente no resulta interesante que exista más de una empresa. Estas consideraciones llevan a concluir que la regulación a partir de la intervención pública es necesaria en los sistemas de transporte público. Existen diversos modelos para lograrlo.

Atendiendo a la relación que existe entre los operadores y la autoridad reguladora en cuanto a la presentación de iniciativas para cambiar el servicio, se tienen cuatro modelos de regulación para ofertar los servicios [2]: producción directa de servicios, donde la autoridad es quien se encarga de proporcionar el servicio; gestión delegada, se encomienda a los operadores a petición de la autoridad, se trata de un mercado cerrado o monopolio; libre competencia se caracteriza por la nula intervención de la autoridad en la prestación del servicio, los prestadores del servicio tienen toda la libertad de dirigir los servicios como lo deseen, es un mercado libre y sistemas regulados en donde la autoridad pública establece la calidad del servicio y define los instrumentos económicos (contratos, concesiones), este modelo permite una competencia controlada en el sistema de transporte público.

El modelo de sistema regulado, como el abordado en este trabajo, se subdivide en cuatro esque-



Figura 1. Distribución ineficiente del sistema de transporte de pasajeros

mas: a) los esquemas de regulación, para el caso de monopolio [3] que son conocidos como esquemas de regulación de la tasa de retorno, b) los incentivos basados en la Teoría de Contratos [4] [5] para un mercado competitivo, c) por tarificación [6] y d) el esquema llamado Competitive Tendering [7], para determinadas características de infraestructura local. Para el caso del esquema de los incentivos basados en la teoría de contratos se establecen dos mecanismos de regulación: de mayor-costo y de precio-fijo, los cuales son los que se caracterizan más adelante.



**Figura 2. Accidentes causados por transporte público.**

En el caso del modelo utilizado, el comportamiento de los actores se caracteriza a tres niveles. a) Primeramente, el regulador procede a implementar un esquema de regulación a partir de la información de costos de producción y la demanda que existe en el mercado. La empresa decide si mejora su nivel de eficiencia en función de los incentivos propuestos. Dado el nivel de eficiencia elegido por la empresa, el regulador verifica si ésta maximiza el bienestar social. De ser el caso mantiene el contrato inicial. Si la empresa decide no mejorar su eficiencia estará sujeta al esquema de regulación alternativo que establezca el regulador. (b) una vez elegido el nivel de eficiencia, la empresa establece la combinación de factores de producción e implícitamente la tarifa que aplica al usuario. En función de esta última, el regulador otorga un incentivo de mejora de eficiencia y nuevamente se evalúa el nivel de beneficio social. c) Finalmente, en el tercer nivel, el usuario reacciona a la tarifa que el regulador y la empresa hayan pactado ya sea aumentando o disminuyendo el número de viajes. Si el beneficio social no se deteriora el esquema puede mantenerse. De no ser así, nuevamente se realiza la evaluación del esquema con una nueva combinación de factores de producción.

Los niveles descritos anteriormente son caracterizados en un modelo de equilibrio parcial en el que primeramente se caracteriza a la empresa a partir de una función de producción a la cual se asocia el nivel de servicios de transporte requeridos. Dicha función toma en cuenta factores de producción, como la fuerza laboral, material y energía, de capital suave (e.g. equipos de oficina)

y de equipo móvil (e.g. automóviles de la empresa utilizadas por el personal). Posteriormente se establece la función de costos de producción la cual se intenta minimizar a partir de dos esquemas de regulación: de mayor-costo y de precio-fijo y con ello obtener una utilidad máxima para la empresa; ésta última depende adicionalmente del ingreso por cobro de tarifa, de los costos de producción y del nivel de eficiencia laboral. En segundo lugar, se caracteriza al regulador (entidad pública) explícitamente y al usuario de forma implícita en la función objetivo del primero. Para ello, se define una función de bienestar social, que incluye la utilidad de los consumidores, los costos del productor y los montos de los incentivos aportados por el regulador.

De esta forma, el objetivo del regulador es maximizar los excedentes del consumidor y del productor que es donde se refleja el incentivo otorgado por parte del regulador a la empresa por su eficiencia de manera indirecta, de tal forma que el usuario se vea beneficiado una vez se haya encontrado el precio óptimo (tarifa menor) y un mejor nivel de servicio. La herramienta de análisis (modelo resoluble) permite estimar la combinación óptima de factores de producción de tal forma que el usuario, la empresa y el regulador obtengan una gran utilidad y por ende un máximo beneficio social.

A partir del modelo de equilibrio parcial desarrollado [8] [9], varios estudios han permitido mostrar, desde diferentes perspectivas, que la intervención pública en el servicio de transporte de



pasajeros es indispensable para reducir las distorsiones de este mercado y mejorar la calidad del servicio al usuario. En particular, se formuló un modelo en donde, cualquier regulación a partir de incentivos, que sea implementada por el regulador, lleva a una situación mejor que la actual tanto para la empresa como a los usuarios. Para llegar a esta conclusión, se utilizó una herramienta analítica basada en la teoría de regulación a través de contratos y la teoría microeconómica. Dicha herramienta permite caracterizar los mecanismos de regulación de contrato de mayor-costos en el cual no existen incentivos para la eficiencia y contrato de precio-fijo que considera utilizar incentivos para que la empresa sea eficiente. También cabe mencionar que en el modelo se pueden agregar o quitar tantas variables se requieran debido a las características de la zona de estudio.

Finalmente, el modelo empleado es lo más general posible para el caso de regulación por contratos e incentivos ya que involucra a los tres actores (gobierno, empresa y usuario) y considera los procesos regulatorios que implican un reconocimiento de mercado, como mecanismo eficiente en la asignación de los recursos, igualmente la importancia de los incentivos a las empresas que mayor se esfuerzan por brindar un servicio más eficiente.

#### REFERENCIAS

- [1] De Rus, Campo, J. y Nombela, G. (2003). *Economía del Transporte*. Edi. Antoni Bosch. pp. 447.
- [2] Gagnepain P. and Ivaldi, M. (2002) *Incentive Regulatory Policies: The Case of Public Transit Systems in France*, *RAND Journal of Economics*, The RAND Corporation, vol. 33(4), pages 605-629, Winter.
- [3] Train, K. (1991). *Optimal Regulation: The economic theory of natural monopoly*. MIT Press.
- [4] Laffont, J.J. and J. Tirole. (1993). *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*. MIT Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
- [5] Laffont, J. and Martimort, D. (2004). *The design of transnational publicgood mechanisms for developing countries*. IDEI Working Papers 267, Institut d'Économie Industrielle (IDEI), Toulouse.
- [6] Button, K. and Verhof, E. (1998). *Road pricing, Traffic Congestion and the Environment: Issues of Efficiency and Social Feasibility*. Edgard Elgar, Cheltenham.
- [7] Finn, B. and Nelson, J. (2002). *International perspectives on the changing structure of the urban bus market*. Record Transportation Research Board, Number 1799, p. 58-65.
- [8] Nájera, L. (2008). *Modelo de regulación de un sistema de transporte público: el caso de la ciudad de Toluca*. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ingeniería de Transporte, Facultad de Ingeniería, UAEM, Toluca, Méx.
- [9] Sánchez, O. (2006). *Sistema Integrado de Información para la planeación y la administración de transporte para la ciudad de Toluca (SCT-UAEM)*. Reporte Técnico final FIUAEM, México.



Figura 3. Transporte regulado por el Estado, es más eficiente.



# INTEGRARE

LA REVISTA INFORMATIVA DE TU FACULTAD



2°

COLOQUIO DE  
INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y  
11vo. CURSO-TALLER: TEMAS  
ACTUALES EN CIENCIAS  
DEL AGUA

