



GACETA

DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM



**INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®**

NÚMERO 145, NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2020

ISSN 1870-347X

Uso de imágenes satelitales para estimar el asentamiento provocado por sismo en la Ciudad de México

Retos de la sostenibilidad en el valle de México

Medidas a adoptar para el Abastecimiento y Saneamiento de agua libre de transmisión de Coronavirus SARS-CoV-2

ENERXICO: Las técnicas de supercomputación al servicio del sector energético mexicano

Sistemas pasivos para la desinfección de edificios ante COVID-19

Debemos estar agradecidos porque la mayoría de los miembros del IIUNAM llegamos en buenas condiciones al término del año 2020. Ha sido un año muy difícil para la UNAM en general y, para nuestra comunidad en particular, pero con el apoyo y resiliencia de todas y todos hemos superado muchos retos. Es tiempo de reflexión y para prepararnos lo mejor posible para seguir trabajando juntos. Nuestra Casa de Estudios y nuestro Instituto no se han detenido y hemos seguido trabajando, prueba de ello son todas las actividades administrativas y las académicas realizadas a distancia principalmente y las esenciales de manera presencial.

En el Posgrado de Ingeniería, se siguieron celebrando exámenes a distancia. En el período de agosto a noviembre de 2020, se han graduado un total de 110 estudiantes de maestría y doctorado en esta modalidad, a un ritmo de dos a tres exámenes por día. Sin embargo, la Dirección General de Administración Escolar (DGAE) tuvo que cerrar anticipadamente sus oficinas el pasado 24 de noviembre, debido a múltiples contagios por COVID de su personal. Manifiesto un gran reconocimiento al personal administrativo y a los estudiantes que han hecho un gran esfuerzo para obtener sus grados. La situación es un poco más lenta para los estudiantes de licenciatura por su mayor número respecto a los de posgrado. Aunque ha habido avances, la pandemia también ha llegado afectar negativamente a nuestros estudiantes, y la UNAM como medida de apoyo a los de posgrado que no podrán terminar sus materias, les permitirá realizar una baja extemporánea justificada a más tardar el 05 de enero de 2021. En este sentido, es conveniente mencionar que el día 07 de diciembre de 2020 fueron tomadas las instalaciones de la DGAE, por un grupo de personas que demandan que la baja extemporánea de asignaturas se extienda a nivel de bachillerato. La poblacional estudiantil es una de las más vulnerables, por lo que les pido a sus tutores que estén muy pendientes de sus pupilos.

Una mayor cantidad de actividades académicas y académico-administrativas han sido retomadas, como es la reanudación de los concursos de oposición, que se dio a conocer en la Gaceta UNAM del 07 de diciembre. Asimismo, se tiene la inminente reanudación de elecciones de representantes de diversos cuerpos colegiados. Dentro del IIUNAM, se tuvo un cierre de actividades muy fuerte, que incluye el lanzamiento de una plataforma con información para apoyar el trabajo a distancia de nuestros académicos y estudiantes

(<https://iingen.sharepoint.com/sites/Docencia/>), la realización durante varios días consecutivos de eventos en conmemoración del Día Internacional de la eliminación de la violencia contra la Mujer, que desde el año 1999 por iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas se celebra el 25 de noviembre. Durante esta pandemia, ese tema es muy relevante debido a que esta violencia ha crecido de manera alarmante y, en el marco de una política transversal del IIUNAM, los invito a contribuir para combatirla. De manera adicional, se realizó la adecuación de los “Criterios generales para la evaluación del desempeño de los Técnicos Académicos del Instituto de Ingeniería, UNAM” y una “Guía de elaboración del informe y el programa de actividades de los técnicos académicos del IIUNAM” que se pueden consultar en la intranet en la sección de trámites y formatos de la Secretaría Académica. La evaluación académica 2020 nos dará información muy importante del impacto que ha tenido esta pandemia en las actividades programadas para este año. Asimismo, permitirá establecer políticas de mayor apoyo para nuestra comunidad, y que serán incorporadas en el Plan de Desarrollo 2020-2024 del IIUNAM. Es muy importante que en sus informes manifiesten las dificultades que encontraron en el desarrollo de sus actividades y si lograron realizar algunas opciones alternativas. Además, en su programa de trabajo es conveniente que planteen actividades académicas que puedan realizar desde casa, debido a que el escenario de regreso presencial a las instalaciones del IIUNAM es incierto. De hecho, es importante mencionar que el 03 de diciembre la UNAM extendió hasta el 31 de marzo de 2021, el acuerdo de suspensión de reuniones académicas, viajes al extranjero y los intercambios académicos.

Quisiera terminar esta editorial, mandándoles mis mejores deseos de salud y paz en sus hogares para esta época decembrina y el Año Nuevo 2021. Dedico este número de la Gaceta IIUNAM al Dr. Ricardo Chicurel, ya que el próximo 11 de diciembre, se cumple el primer año de su partida. A su familia, les mando un fuerte abrazo y mucho cariño.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Dra. Rosa María Ramírez Zamora
Directora

UNAM

Director
Dr. Enrique L. Graue Wiechers
Secretario General
Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario Administrativo
Dr. Luis A. Álvarez
Icaza Longoria
Secretario de Desarrollo Institucional
Dr. Alberto
Ken Oyama Nakagawa

Secretaría de Prevención,
Atención y Seguridad Universitaria
Lic. Raúl
Arcenio Aguilar Tamayo
Abogada General
Dra. Mónica González Contró
Coordinador de la Investigación Científica
Dr. William H. Lee Alardín
Director General de Comunicación Social
Mtro. Néstor Martínez Cristo

IIUNAM

Directora
Dra. Rosa
María Ramírez Zamora
Subdirector de Estructuras y Geotecnia
Dr. Efraín Ovando Shelley
Subdirector de Hidráulica y Ambiental
Dra. Rosa
María Flores Serrano
Subdirector de Electromecánica
Dr. Arturo Palacio Pérez
Subdirector de Unidades Académicas Foráneas
Dr. Germán Buitrón Méndez

Secretaría Académica
Dra. Norma
Patricia López Acosta
Secretario Administrativo
Lic. Salvador
Barba Echavarría
Secretario Técnico
Arq. Aurelio López Espíndola
Secretario de Telecomunicaciones e Informática
Ing. Marco Ambriz Maguey
Secretario Técnico de Vinculación
Lic. Luis Francisco Sañudo Chávez

GACETA DEL IIUNAM

Editor responsable
Lic. Verónica Benítez Escudero
Reportera
Lic. Verónica Benítez Escudero
Fotografías
Archivo Fotográfico del IIUNAM
Diseño
Lic. Oscar Daniel López Marín
Corrección de estilo
Gabriel Sánchez Domínguez
Distribución
Guadalupe De Gante Ramírez

GACETA DEL IIUNAM

Órgano informativo del Instituto de Ingeniería a través del cual se muestra el impacto de sus trabajos e investigaciones, las distinciones que recibe y las conferencias, los cursos y los talleres que imparte, reportajes de interés e información general. Se publica los días 10 de cada mes, con un tiraje de 1500 ejemplares. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04 2014 070409264300 109. Certificado de Licitud de Título: 13524. Certificado de Licitud de Contenido: 11097. Instituto de Ingeniería, UNAM, edificio Fernando Hiriart, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México. Tel. 56233615.

USO DE IMÁGENES SATELITALES PARA ESTIMAR EL ASENTAMIENTO PROVOCADO POR SISMO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

ALBERTO JAIME P., GASPAR ALCOGER G.,
JUAN SANABRIA P. Y JOSEFINA BARRERA G.

Introducción

Imágenes satelitales se han empleado en las últimas décadas para fines diferentes. Las imágenes para algunos tipos de reconocimiento terrestre son captadas mediante satélites equipados con Radar de Apertura Sintética (SAR por sus siglas en inglés). Esta tecnología empezó con la puesta en órbita del satélite Seasat en 1978 (Moreira y otros, 2013). Los satélites empleados tienen como característica que pasan sobre el mismo sitio en ciclos determinados. Así, por ejemplo, el ENVISAT tenía un ciclo con un período de 35 días. Es decir, podía tomar imágenes del mismo sitio cada 35 días.

Un buen número de los satélites son lanzados con el patrocinio del gobierno de diversos países. Por ello, la información recabada es de acceso exclusivo. Sin embargo, las imágenes capturadas con los satélites Sentinel 1A y 1B son de acceso libre, hasta cierto ancho de banda. El período de repetición de estos satélites es de doce días, más corto que el del ENVISAT.

Una de las aplicaciones de estas imágenes de radar es el uso de Interferometría para medir los desplazamientos relativos del suelo en determinado lugar. Gracias a la captura de imágenes de los satélites de manera periódica en determinado sitio, se pueden obtener datos topográficos de cada una de las imágenes y procesarlas para obtener el desplazamiento relativo.

En este trabajo, se utilizan herramientas de libre acceso para describir las tasas de subsidencia relativa en algunas zonas de la Ciudad de México. Además, se busca determinar los asentamientos relativos del suelo asociados con los sismos que afectaron la Ciudad de México en septiembre de 2017.

Herramientas de libre acceso

Software e imágenes utilizadas.

Para la interpretación de imágenes, se utilizaron el *software* de libre acceso SNAP desarrollado por la agencia espacial europea

(ESA), un algoritmo de libre acceso llamado SNAPHU escrito por C. W. Chen y H. A. Zebker (2003) y el programa Google Earth para obtener gran parte de las imágenes de apoyo que se encuentran en este trabajo. Se descargaron imágenes de radar con banda C del sitio de la NASA. Los periodos analizados fueron de 24 días en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2017.

Procesamiento de las imágenes

Software SNAP

El proceso de interpretación de imágenes se basa en once etapas dentro del programa por cada período analizado. Al final de estos procesos, se obtiene un mapa de coherencia y uno de desplazamientos. El tamaño de los píxeles es de aproximadamente 14 metros y se descartaron los píxeles con una coherencia menor a 0.6. La coherencia es la calidad de la información debido al reflejo del radar. Una coherencia de 1 es alto reflejo y una coherencia de 0 es un reflejo nulo.

Resultados

Ciudad de México

Se realiza el estudio de una zona de 793 km² de la Ciudad de México (Subset), dentro de las cuales se encuentran sitios como el centro histórico, el Aeropuerto de la Ciudad de México, Xochimilco, entre otros. Se obtuvieron las imágenes que se muestran en la Figura 1 para cuatro períodos de análisis: agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2017.

Centro histórico de la Ciudad de México

Se presenta el análisis realizado en la zona del centro histórico de la Ciudad de México donde se ubicaron dos perfiles de desplazamiento: un perfil Oeste Noroeste – Este Sureste y

uno casi Norte – Sur. Estos perfiles están delimitados según se muestran en la Figura 2.

Se presentan a continuación los perfiles de desplazamiento relativos en metros por mes obtenidos mediante el programa SNAP (Figuras 3 y 4).

En los perfiles se puede notar que el lado Oeste del centro histórico se desplaza menos que el lado Este. En la zona de la Alameda central encontramos desplazamientos repentinos asociados con poca coherencia debido a que es una zona

mayormente arbolada. El perfil Norte – Sur no muestra una tendencia clara.

Los sismos que afectaron a la Ciudad de México en septiembre de 2017 contribuyeron a que el desplazamiento relativo sea mayor en este mes comparado con un mes anterior (agosto) y dos posteriores (octubre y noviembre). Lo cual, confirma las observaciones de Zeevaert (1972) y Jaime (1987), de que ocurren asentamientos irreversibles súbitos en el suelo, después de un sismo.

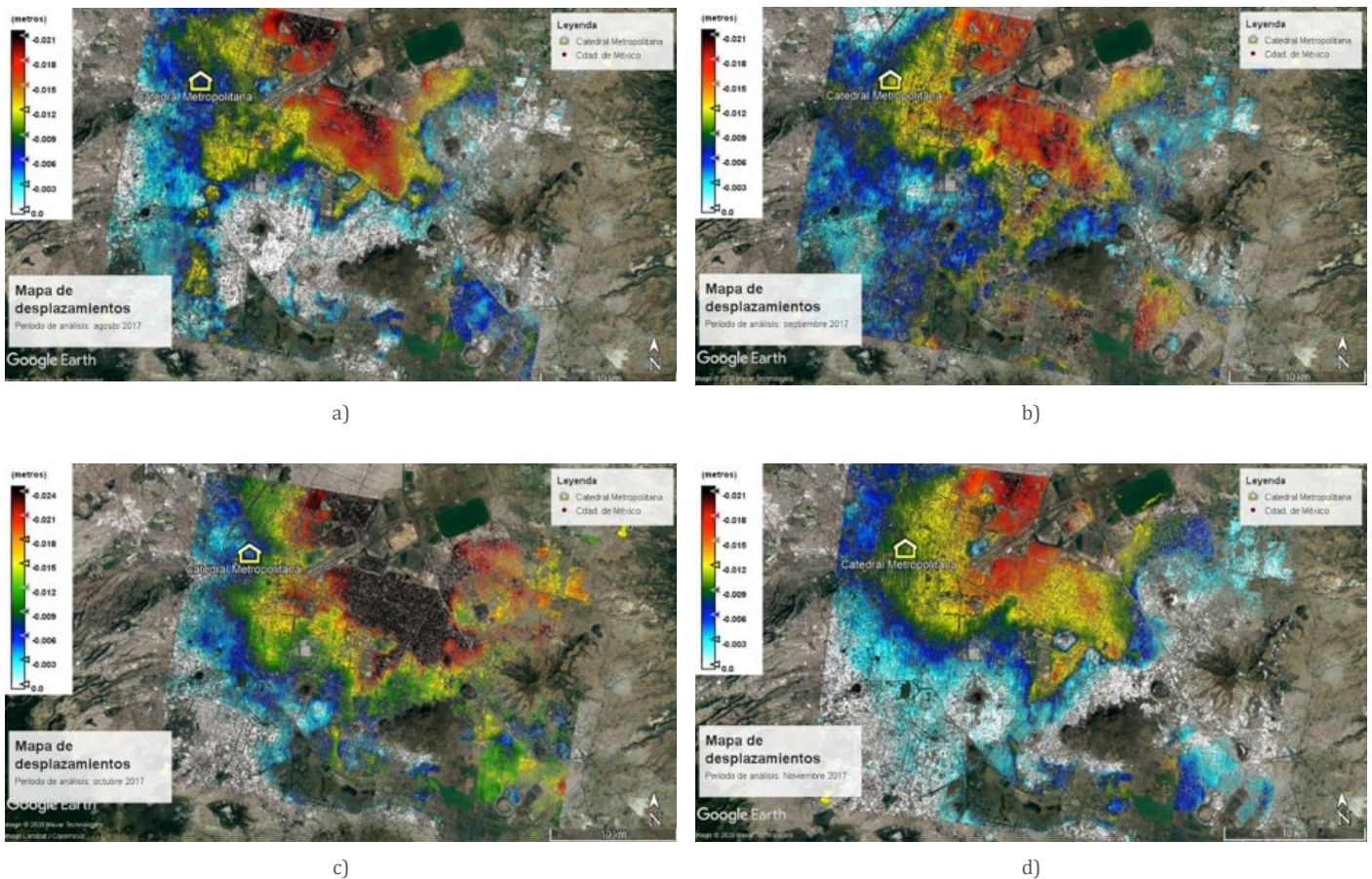


Figura 1. Desplazamientos relativos en metros/mes obtenidos para los periodos a) agosto b) septiembre c) octubre d) noviembre de 2017. Los colores más cálidos pertenecen a desplazamientos mayores a 2 cm y los blancos son desplazamientos relativos a cero. El periodo de análisis es de 24 días



Figura 2. Perfiles de desplazamiento

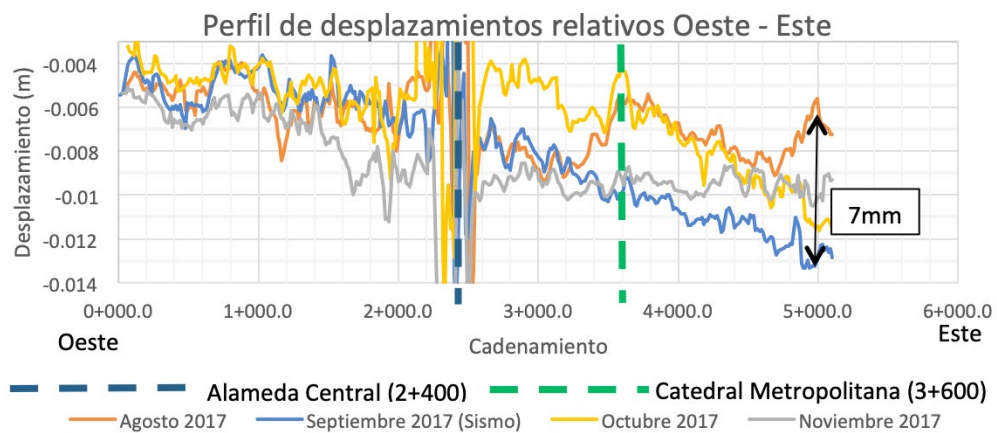


Figura 3. Perfil de desplazamientos relativos en metros/mes Oeste - Este

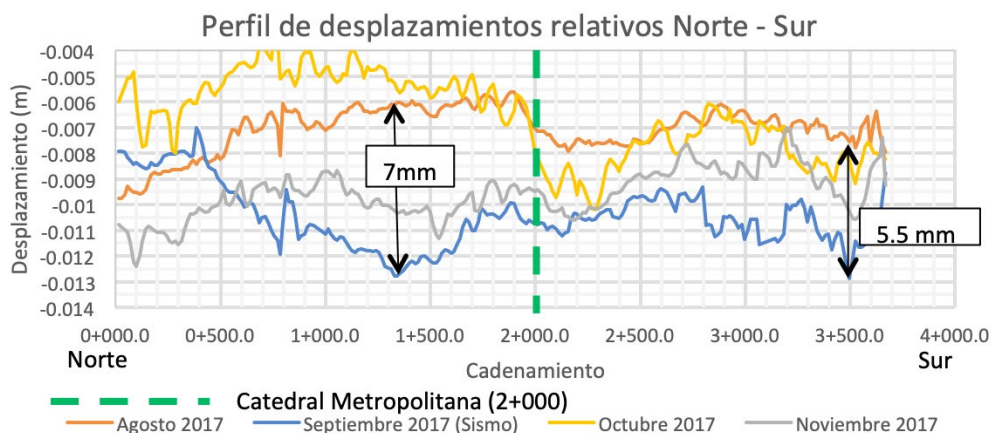


Figura 4. Perfil de desplazamientos relativos en metros/mes Norte – Sur

Conclusiones

La tecnología SAR, especialmente la Interferometría, es una excelente herramienta para visualizar zonas de asentamiento y agrietamiento en áreas urbanas, sobre todo en aquellas de difícil acceso. Esta herramienta proporciona información que puede ser analizada desde gabinete de manera más eficiente, económica y en menos tiempo, en comparación con técnicas topográficas convencionales de campo. Desde luego, es recomendable complementarla con un banco de nivel fijo para aumentar su nivel de precisión.

Los sismos que afectaron a la Ciudad de México en septiembre de 2017 contribuyeron a que el desplazamiento relativo sea mayor en este mes comparado con un mes anterior (agosto) y dos posteriores (octubre y noviembre). Lo anterior, concuerda con las observaciones de Zeevaert (1972) y Jaime (1987). También, se aprecian estos asentamientos súbitos provocados por sismo de los reportes topográficos de CONAGUA y SACMEX, citados por Auvinet *et al* (2017).

Referencias

Braun, A. y Veci, L. (2020). *Sentinel-1 Toolbox. TOPS Interferometry Tutorial*.

Chen, C. W. y Zebker, H. A. (Noviembre de 2019). *SNAPHU: Statistical-Cost, Network-Flow Algorithm for Phase Unwrapping*. Obtenido de Stanford University: <https://web.stanford.edu/group/radar/softwareandlinks/sw/snaphu/>.

Cigna, F.; Osmanoglu, B.; Cabral-Cano, E.; Dixon, T. H.; Ávila-Olivera, J. A.; Garduño-Monroy, V. H. y Wdowinski, S. (2012). Monitoring land subsidence and its induced geological hazard with Synthetic Aperture Radar Interferometry: A case study in Morelia, Mexico. *Remote Sensing of Environment*, 146-161.

Esa, Copernicus (2019). *Land Subsidence with Sentinel-1 using SNAP*.

Hernández, I. (2014). *Análisis de Subsistencia del Terreno en el Valle de Toluca a partir del Método Dual Pair Interferometry (DPI)*. Toluca, México: UAEM.

Hurtado, A. y Suárez, P. (mayo de 2018). Estimación de la subsistencia de la Ciudad de Bogotá mediante imágenes de radar y técnicas de Interferometría Diferencial DINSAR. Bogotá, Colombia: Facultad de Ingeniería.

Moreira, A.; Pau, P. I.; Younis, M.; Krieger, G. H. y Papathanassiou, K. (2013). A Tutorial on Synthetic Aperture Radar. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 6-43.

NASA, ESA (2020). *ASF Data Search*. Obtenido de Earth Data: <https://search.asf.alaska.edu/#/>.

The European Space Agency (2020). *Sentinel Online*. Obtenido de The European Space Agency Web site: <https://sentinel.esa.int/>.

The European Space Agency (2020). *The European Space Agency Web Site*. Obtenido de <http://www.esa.int/>.

Jaime, A.; Romo, M. P. y Jasso, M. (1987). "Seismic induced settlement in a building"; Memorias del VIII Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones. Vol. 2, pp. 257, 275, Cartagena, Colombia, ago. 1987.

Zeevaert L. (1983). *Foundation Engineering for difficult Soil Conditions*, Van Nostrand Reinhold Company.

RETOS DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL VALLE DE MÉXICO

JOSÉ LUIS FERNÁNDEZ ZAYAS

Introducción

El proyecto 957, financiado por la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de la Ciudad de México (SECTEI) inició en noviembre de 2019 y deberá extenderse al menos hasta finales de 2021. Aunque la temática es de interés primordialmente para el valle de México, muchas de sus implicaciones son de relevancia internacional, así que se coordina con el Laboratorio Nacional de Lawrence Berkeley, la Universidad de California y varias otras entidades de ese estado norteamericano. Por el lado mexicano participan diversas organizaciones públicas y privadas, y amplios sectores de la comunidad académica de la UNAM. Se espera que, de esta manera, las conclusiones y los resultados sean aplicables de manera generalizada, y sean útiles para muchos grupos y muchas ciudades.

El proyecto, centrado en el Instituto de Ingeniería, cuenta con la participación de académicos de todo el instituto, y abarca tres temas. El tema del agua se ha relacionado con los hundimientos, y de ahí, con los temas fundamentales de la geotecnia en el altiplano. En el tema del agua participan también otras autoridades gubernamentales a los niveles federal y de la ciudad. El tema de la electromovilidad es relevante a trabajos que se hacen en las facultades de ingeniería y química, además del importante grupo que encabeza Germán Carmona en nuestro instituto. Finalmente, el tema de residuos es estudiado de manera experta por investigadoras e investigadores de Ingeniería Ambiental y de nuestra Unidad en Juriquilla, Querétaro. En este proyecto se procura elaborar comunicaciones de carácter educativo y de divulgación, para crear conciencia sobre estos temas, y en especial, en los malos impactos que tienen sobre el uso eficiente de la energía, debido a prácticas antiguas e ineficientes.

El agua

El mal manejo del agua, cuyo origen es mayoritariamente el acuífero agotado del valle de México, resulta en desplazamientos diferenciales del suelo, que se manifiestan como hundimientos indeseables de algunas edificaciones y algunas obras de infraestructura. Estos, a su vez, implican graves peligros, vulnerabilidad ante los frecuentes sismos, y fallas de la infraestructura urbana.



Hundimientos en el valle de México

El bombeo de agua desde el subsuelo del valle de México produce un hundimiento continuo del suelo desde hace más de cien años. La velocidad de extracción crece con la población, y la sobreexplotación es mayor al total de la recarga natural. El costo en que se incurre por daños a la infraestructura y a los monumentos coloniales es fenomenal.

Un ejemplo muy claro de la afectación a los monumentos es el Ángel de la Independencia. Este monumento se cimentó sobre postes hincados en el fondo del ex lago de Texcoco. Ahora, sobresale varios metros sobre el nivel de la calle.

Diversas mediciones revelan el enorme daño. Con base en mediciones disponibles desde finales del siglo XIX, se observan hundimientos en el Palacio de Bellas Artes, en el Palacio de Minería y en la Alameda, que exceden los diez metros.



Infraestructura urbana afectada por la sobreexplotación del acuífero del valle de México



Columna del Ángel de la Independencia, monumento afectado por la sobreexplotación del acuífero

La electromovilidad

El transporte urbano será crecientemente eléctrico, desde el metro y los autobuses hasta los automóviles, así como una amplia gama de vehículos de dos a cuatro ruedas y diseño compacto. Los sistemas de electromovilidad incluyen escaleras y elevadores, banquetas móviles y bicicletas asistidas con pequeños motores. El principal reto es el abasto oportuno de electricidad.



Monorriel



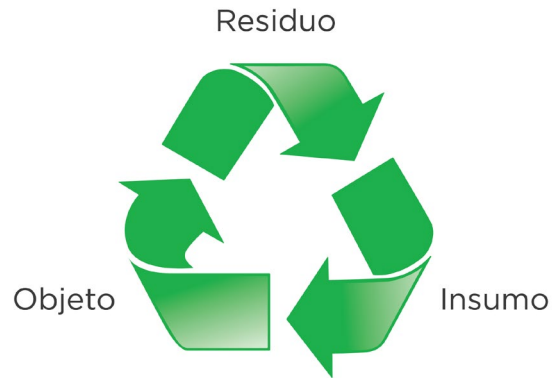
Movilidad



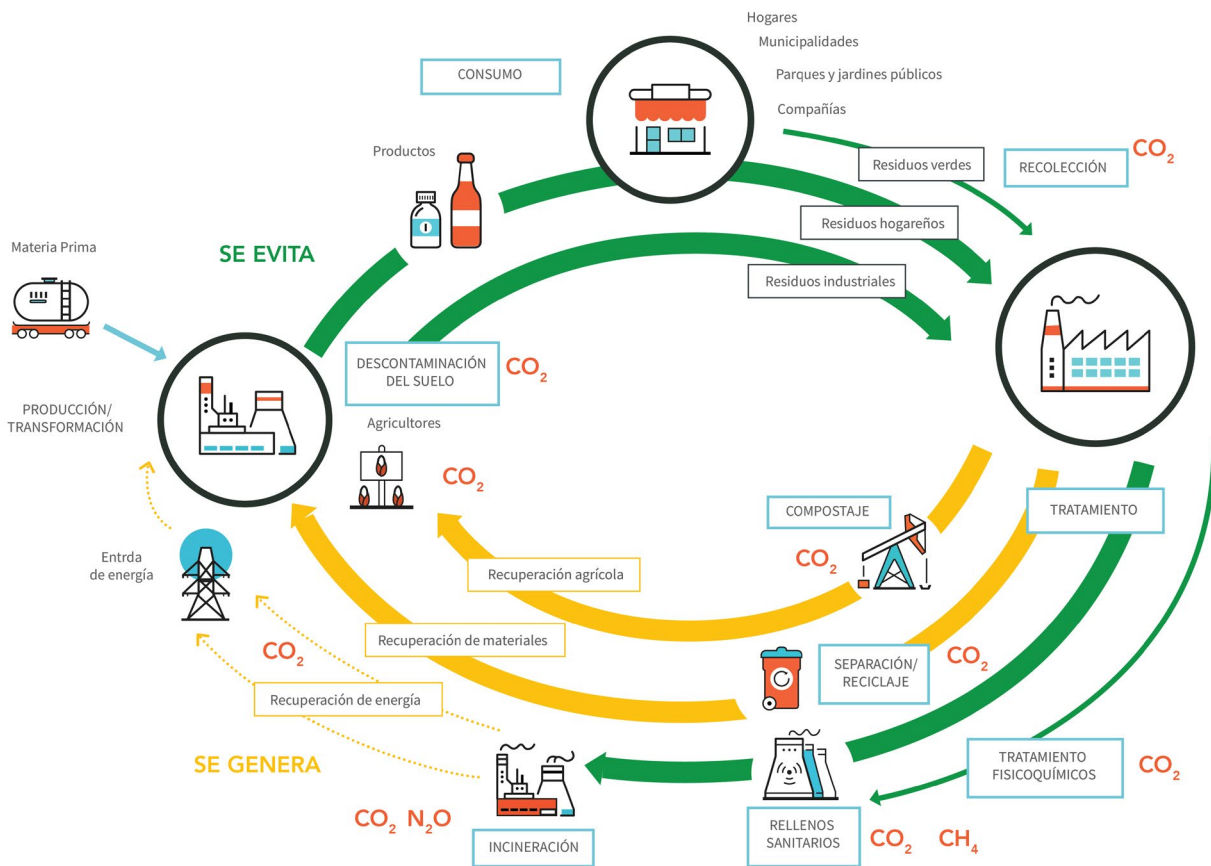
Teleférico

Los residuos

El proceso de producción-recolección-disposición final de la basura en el valle de México es una parte incompleta del ciclo, por tanto, es insostenible. La condición óptima de mínimo consumo de energía, de manera integral, se alcanza solamente mediante la adopción de una economía circular, como recomienda la ONU. Sin embargo, como en otros temas ambientales, no hay la voluntad política de abordarlo con propiedad, así que los consumos energéticos son enormes, además de que son subsidiados. Como en los otros dos temas, el estudio apropiado de este tema requiere grandes acuerdos sociales, que se procuran con un esfuerzo continuo de educación en colaboración internacional.



Ciclo teórico de la economía circular



ONU Medio Ambiente | El gráfico muestra cómo lograr la transición a la economía circular.

Economía circular

Conclusión

En esta nota se ha hecho énfasis en los aspectos culturales y sociales, que deben ser apropiadamente entendidos y resueltos para poder abordar los retos tecnológicos implícitos en los manejos deficientes del agua, la movilidad y los residuos, que, entre otras cosas, se manifiestan en un uso ineficiente de los recursos naturales, como la energía. Se requiere abordar esta temática compleja de modo integral, de manera que sea clara la ventaja que tendrá la población si se le estudia, se le explica y se instrumentan medidas de solución. La atención apropiada a estos temas sólo será posible cuando la población considere que vale la pena cultivarla, ya que ahora se supone problema de otros. El hecho de que la gravedad del asunto se haya esqui-

vado por tantas décadas demuestra que los aspectos culturales, de interés solidario, no han sido apropiadamente abordados. Hay un problema de comunicación. En estos días, cuando ya se acepta que la comunicación efectiva es el gran reto de la sociedad, el Instituto de Ingeniería tiene la oportunidad de avanzar en su estudio y desarrollo de forma útil.

Los procesos de optimización de consumos energéticos en los tres temas citados se abordan, en este proyecto, desde los puntos de vista académico y educativo, con una perspectiva de mediano plazo. Se contribuye así a crear un clima de mejor calidad para que la toma de decisiones sea cada día más congruente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. |



La emoción de la realidad virtual de inmersión total

MEDIDAS A ADOPTAR PARA EL ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA LIBRE DE TRASMISIÓN DE CORONAVIRUS SARS-COV-2

MARÍA TERESA ORTA LEDESMA

En marzo del presente año, la CONAGUA solicitó al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), financiar un estudio que tuviera como propósito determinar las medidas a implementar en el tema del abastecimiento y tratamiento de agua, a fin de evitar que el agua de suministro y tratada sea un medio que promueva la propagación del COVID-19 en México. Con el aval de esta institución, el BID seleccionó la propuesta de estudio de María Teresa Orta Ledesma, investigadora del Instituto de Ingeniería de la UNAM, experta en el tema de desinfección para determinar las acciones respecto a la contingencia Nacional e Interamericana. El convenio entre el BID y la UNAM se firmó el 12 de junio de 2020, dicho proyecto se encuentra actualmente en desarrollo y tiene cláusula de confidencialidad, pero al término del mismo, se podrá solicitar oficialmente el permiso ante el BID para su difusión.

El interés en esta investigación se debe a una nueva enfermedad respiratoria aguda causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, conocida como la COVID-19. Este nuevo virus y la enfermedad que provoca surgen a partir del brote ocurrido en Wuhan, provincia de Hubei, China, el 31 diciembre de 2019. El brote se declaró emergencia de salud pública de interés internacional el 30 de enero de 2020 y, el 11 de febrero del mismo año, la Organización Mundial de la Salud (OMS, WHO: por sus siglas en inglés) da el nombre de COVID-19 para la nueva enfermedad causada por el SARS-CoV-2. Un mes después, el 11 de marzo, se elevó el estado del brote y pasó de epidemia a pandemia. Como se sabe, actualmente la COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países en el mundo. En el caso de México, la epidemia inicia el 28 de febrero de 2020, con el reporte del primer caso en la CDMX por parte de las autoridades de la Secretaría de Salud.

Aunque se sabe que el virus SARS-CoV2 se transmite primariamente por gotitas respiratorias que se liberan cuando alguien con el virus tose, estornuda o habla, además de que el contagio es principalmente de persona a persona entre aquellos que están en contacto cercano; existe enorme preocupación por la

contaminación por agua residual de las fuentes de suministro de agua para consumo humano. Dicha contaminación puede darse por diversos factores tales como, la infiltración de agua contaminada en los acuíferos, la descarga de agua residual no tratada en fuentes de suministro como río o lagos; y por la descarga de grandes volúmenes de aguas residuales no tratadas a través de los desbordamientos de alcantarillado combinados durante los episodios de lluvias intensas.

De acuerdo con un resumen técnico emitido por la OMS (WHO, Technical brief, 3 March 2020), el riesgo de contagio por el agua de suministro es bajo. Sin embargo, basado en un estudio con subrogados (virus similares) pertenecientes a los coronavirus (Casanova *et al.*, 2009); este organismo indicó que el virus podría seguir siendo infeccioso en el agua contaminada con heces durante días o semanas. Al respecto, varios estudios han reportado en plena pandemia fragmentos de material genético del virus SARS-CoV-2 en agua residual (Cabrerizo M. y Fernández-García M. D., 2020; Medema *et al.*, 2020). Estos hallazgos indican que, aunque a la fecha no se han detectado partículas virales infectivas en agua, la presencia de fragmentos de material genético podría derivar en la contaminación de las fuentes de suministros como agua superficial o subterránea. De tal manera que, la potencial presencia del virus en las fuentes de abastecimiento da la pauta para considerar imperante contar con estrategias de control y seguimiento en los sistemas de desinfección. Lo que permitirá asegurar la calidad del agua libre del coronavirus SARS-COV2 en México.

Para asegurar que el agua se encuentre libre de virus SARS-CoV2, la Dra. Orta, con base en su experiencia, emitió a la CONAGUA recomendaciones basadas en los estudios que está desarrollando para el proyecto patrocinado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), **Medidas a adoptar para el Abastecimiento y Saneamiento de agua libre de transmisión de Coronavirus SARS-CoV-2**, cuyos resultados permitirán ahondar, precisar y complementar dichas recomendaciones, algunas de éstas se enlistan a continuación.

- Verificar en las plantas de tratamiento el funcionamiento de los filtros previos a la desinfección.
- Mantener un residual de cloro libre, mayor o igual a 0.5 mg/L que permanezca al menos 30 minutos de contacto a un pH menor a 8.
- Mantener el residual de cloro a través del sistema de distribución de agua.
- Donde no se cuente con abastecimiento de agua potable.
- En donde no se cuente con infraestructura de abastecimiento de agua potable, sobre todo en zonas rurales, considerar métodos alternativos de desinfección como son: aplicar cloro en tabletas, hervir el agua, aplicar luz UV, irradiación solar, o filtros de microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración.

La propagación del virus por aerosoles es una de las rutas de contagio, pero existen más. Los mayores componentes del ciclo del agua urbano son el sistema de suministro de agua potable y el sistema de saneamiento (aguas residuales). Los virus que son excretados, por ejemplo, en las heces, son arrojados al sistema de saneamiento y llevados a través de un

sistema de tuberías subterráneas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el agua residual puede estar fuera de control en los casos donde los sistemas de alcantarillado y de agua de lluvia estén combinados y se presente un evento de lluvia intensa. Además, en el caso de las fugas en las tuberías del sistema de alcantarillado, las aguas residuales pueden llegar a contaminar el subsuelo. Finalmente, las aguas residuales pueden llegar a ser descargas, sin pasar por una planta de tratamiento, a un cuerpo de agua superficial donde se realicen actividades recreativas (Wigginton, 2015). Todo esto incrementa el riesgo a la salud. La Figura 1 ejemplifica la posible ruta que pueden seguir los microorganismos patógenos, entre ellos, los virus y las situaciones que se pueden presentar con potencial riesgo de infección para las personas.

Los virus que son excretados en heces, orina y vómito, entran a las instalaciones sanitarias. Las descargas del inodoro o el mal funcionamiento de las instalaciones sanitarias pueden crear aerosoles que transporten el virus, favoreciendo la exposición humana. Los virus son transportados por el sistema de alcantarillado hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) y pueden llegar a las fuentes de abastecimiento. Otra ruta es a través de descargas de las aguas residuales sin tratar.

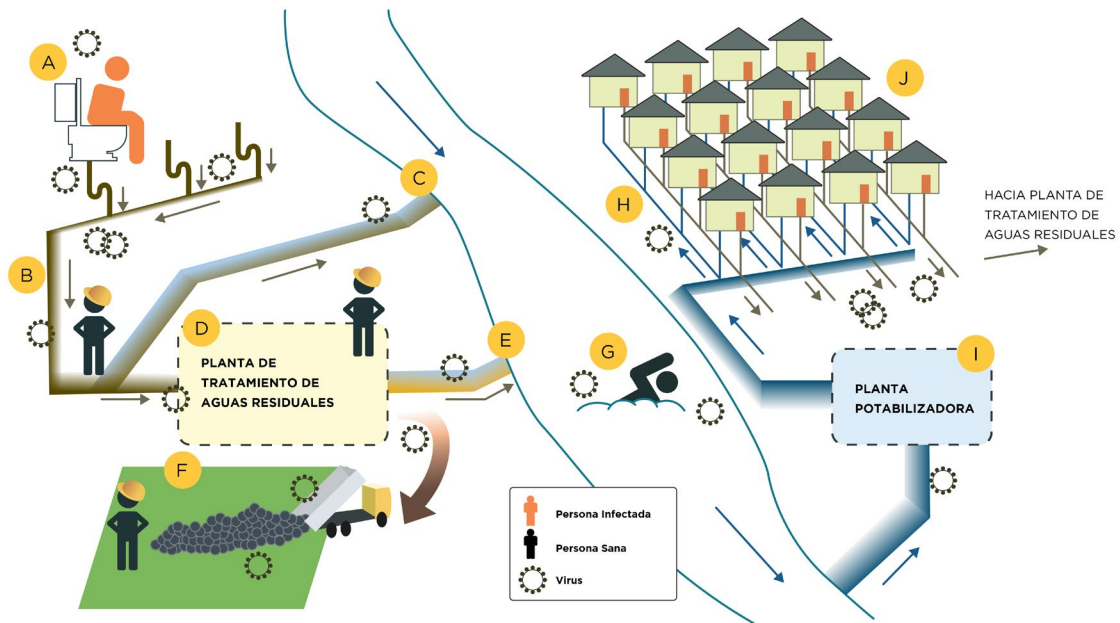


Figura 1. El destino de fragmentos genéticos de virus en el ciclo urbano del agua y las locaciones de potencial exposición humana (Fuente: adaptada de Wigginton, 2015)

Las actividades que se están llevando a cabo en el proyecto están enfocadas en:

- Establecer el estado del arte del SARS-CoV-2 con respecto a su presencia y permanencia en el agua potable y las aguas residuales, su viabilidad en diferentes tipos de agua, el riesgo de contagio a través del agua y posibles indicadores microbiológicos que conduzcan a llevar un control de la calidad del agua.
- Analizar lo publicado respecto al uso de desinfectantes comunes que garanticen la inocuidad del agua: tipo de desinfectante, dosis y tiempo de contacto óptimos, eficiencia, concentración residual, ventajas y desventajas.
- Desarrollar e implementar a nivel laboratorio, un método analítico para dar seguimiento al control de la calidad del agua en términos de presencia de virus.
- Realizar un diagnóstico, particularmente, verificando el funcionamiento de los sistemas de desinfección tanto en plantas potabilizadoras (PP) como en PTARs; esto, basándose en recorridos y estudios en campo, así como en pruebas de laboratorio.

Recientemente, se ha detectado material genético del virus SARS-COV-2 en aguas residuales, por tanto, es necesario disponer de métodos de tratamiento para eliminar la posible presencia del virus en el agua residual y potable.

Con base en una revisión del estado del arte sobre la presencia del virus SARS-CoV2 en agua, los estudios publicados apuntan a que el monitoreo del agua enfocado a detectar el SARS-CoV-2 es una herramienta útil para alertar brotes del virus en las poblaciones y tener información extra de su dispersión.

El proyecto también se enfoca en proveer de herramientas que promuevan la vigilancia estricta del correcto funcionamiento de los sistemas de desinfección tanto de las PP como de la PTARs, el beneficio que esto aportará a la sociedad será contar con agua libre y segura de patógenos tales como el virus SARS-CoV2.

De manera general, en este artículo, se han mencionado algunos aspectos a considerar para el abastecimiento y saneamiento de agua segura. No obstante, con base en la información obtenida, al término del proyecto, se espera puntualizar y proponer las mejores medidas de desinfección para garantizar la inocuidad del agua tratada en las PP y PTARs.

Por lo que las recomendaciones, indicadas por la Dra. Teresa Orta, estarán encaminadas al correcto funcionamiento de las PP y PTARs, así como en el seguimiento estricto de la calidad del agua de los efluentes, enfocándose principalmente en términos de la presencia de virus. La sociedad contará con agua libre de patógenos y segura al observar las recomendaciones y la metodología analítica que se aplicarán en: plantas potabilizadoras (PP), de tratamiento de agua residual (PTARs) y laboratorios nacionales de control de calidad de agua, tanto en México como en países de América Latina. |

NOTIINGEN

¿Conoces NOTIINGEN?

Es el noticiero del Instituto de Ingeniería presentado por Fernanda Cisneros, donde encontrarás la información más relevante del mundo de la ciencia y la tecnología que se desarrolla en la UNAM.

Encuétralo cada viernes en nuestras redes sociales



InstitutoIngenieríaUNAM



IIUNAM



IIUNAM



IIUNAM



IINGENUNAM

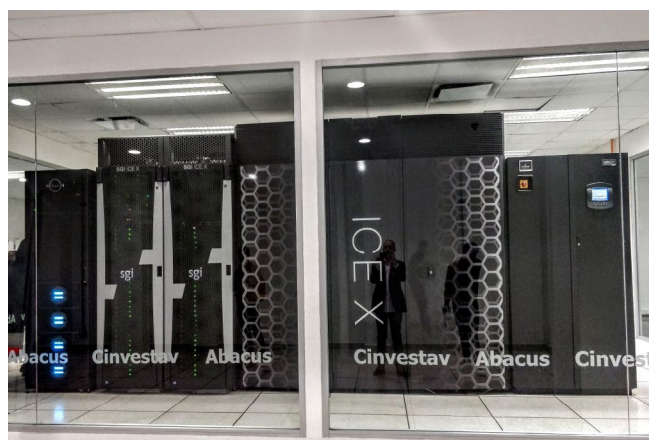
ENERXICO: LAS TÉCNICAS DE SUPERCOMPUTACIÓN AL SERVICIO DEL SECTOR ENERGÉTICO MEXICANO

JAIME KLAPP, ENRIQUE GUZMÁN, LEONARDO SIGALOTTI, OSCAR CRUZ CASTRO, ISIDORO GITLER, JOSÉ MANUEL MARTÍNEZ MAGADAN

La aplicación de las técnicas de supercomputación de alto rendimiento (o HPC por sus siglas en inglés) en el sector energético impactan profundamente los paradigmas de diseño y operación industriales. Por este motivo los gobiernos de México y la Unión Europea (UE) dispusieron las bases para que los grupos nacionales de investigación desarrollaran dichas técnicas, en colaboración con sus contrapartes europeos. Estas bases se materializaron en 2019 a través del proyecto ENERXICO, cuyo objetivo es proveer soluciones técnica y económicamente viables para la industria relacionada con las energías renovables y convencionales (petróleo y gas). Entre otros beneficios, las nuevas capacidades de cómputo masivo permitirán mejorar los diseños, técnicas y metodologías operativas orientadas a incrementar la eficiencia de diversos procesos críticos.

Actualmente el proyecto ENERXICO reúne a quince instituciones académicas e industriales coordinadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) en México, y por el Centro Nacional de Supercomputación (Barcelona Supercomputing Center, o BSC) en España. Integran el consorcio el Barcelona Supercomputing Center, la Technische Universität München, la Université Grenoble Alpes, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnologías, la Universitat Politècnica de Valencia, Repsol, Iberdrola, Bull Atos, PEMEX, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto de Ingeniería de la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), y el Instituto Mexicano del Petróleo.

Con el objeto de satisfacer las metas propuestas, se estudian problemas relacionados con los sistemas de generación eólicos, la modelación de yacimientos, la simulación de procesos de recuperación de hidrocarburos, el desarrollo de biocombustibles, y el diseño de técnicas de combustión eficiente, entre otros. Esto implica desarrollar técnicas de simulación para sistemas con arquitecturas exaescala, capaces de realizar 10^{18} operaciones de punto flotante por segundo, es decir, 1 exaflop (Fig. 1).



a)



b)

Figura 1. Supercomputadora ICE X del Centro ABACUS-CINVESTAV-IPN (a) y Marenstrum 4 del BSC (b)

En particular, los colaboradores de ENERXICO crean simuladores basados en diversas técnicas numéricas. Una de las que se desarrollan con mayor interés en México es la denominada Hidrodinámica de Partículas Suavizadas (o SPH por sus siglas en inglés), que ha evolucionado a partir del código DualSPHysics (<https://dual.sphysics.org/>). El código fundamental hace uso de una serie de módulos diseñados específicamente para simular los procesos multifísicos que tienen lugar en los sistemas físicos de interés.

Un producto importante de las investigaciones llevadas a cabo es el código "Black Hole". Este código ha sido aplicado para simular flujos de hidrocarburos en yacimientos naturalmente fracturados y ha permitido evaluar, muy eficazmente,

los beneficios y riesgos potenciales asociados a la inyección de gases (como CO₂, nitrógeno, metano, etc.) en los yacimientos. Los métodos implementados aprovechan la integración del análisis sísmico en dominios estratificados con geometrías de alta complejidad (Figs. 2 a y b). Además, se diseñan herramientas de inteligencia artificial (AI) con las que se realizan cálculos de procesos específicos con resultados notables (Figura 2 c).

Otras las técnicas de aprendizaje profundo (DL) y de aprendizaje automático (ML) se emplean para reducir las incertidumbres de las simulaciones numéricas, así como durante el proceso de validación con datos de campo y de laboratorio. Éstas también se utilizan para evaluar previamente los parámetros de entrada en las simulaciones, a fin de reducir los tiempos de operación de las supercomputadoras y los costos correspondientes.

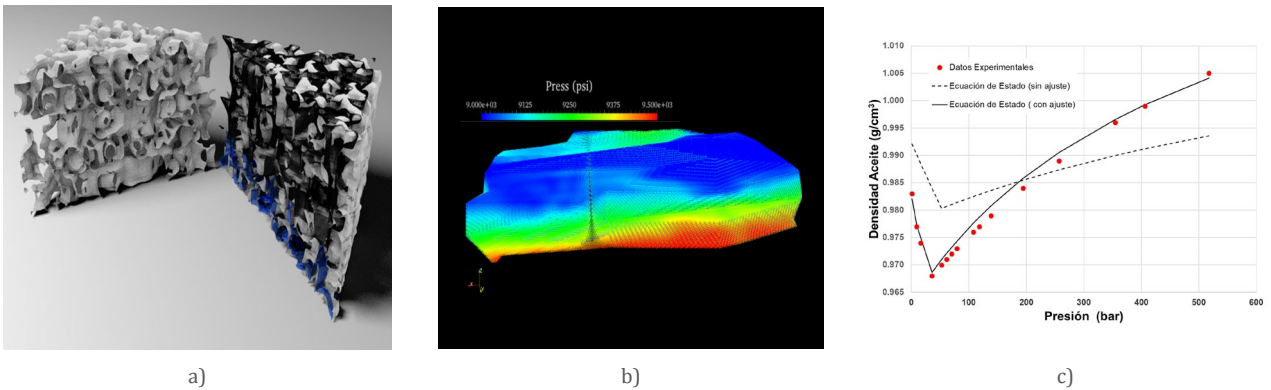


Figura 2. Simulación de un medio poroso con SPH, con propiedades calculadas con inteligencia artificial (EOS)

Por otra parte, la realización de experimentos con geometrías de calibración bien caracterizadas permite calibrar y validar los códigos con un alto grado de confiabilidad (Fig. 3).

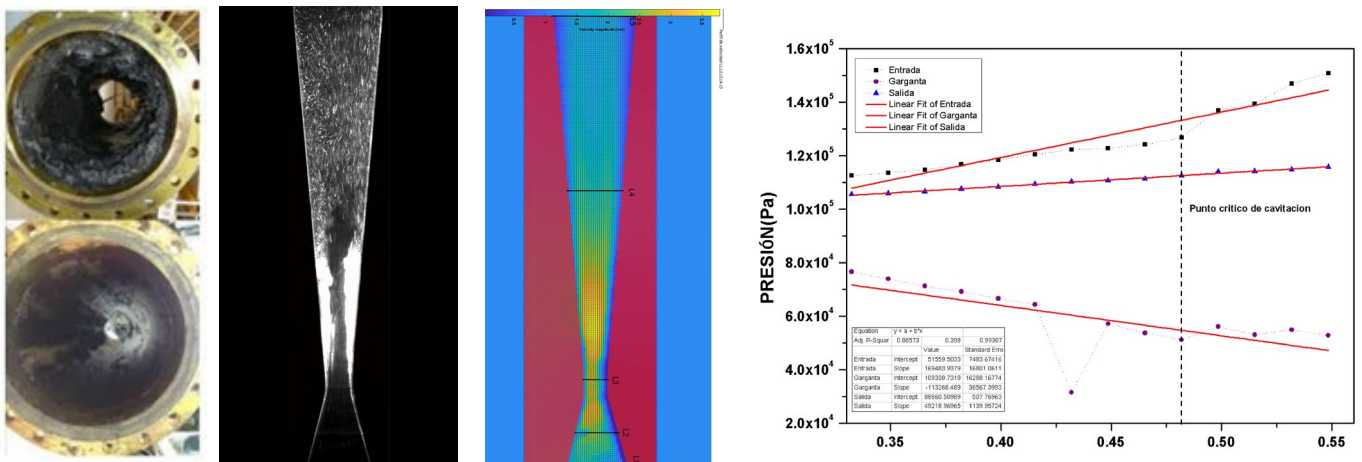


Figura 3. Proceso de obstrucción de tuberías de producción causada por crecimiento de depósitos. La secuencia de imágenes ilustra el problema observado en campo y el modelo experimental con una geometría de calibración

Las pruebas experimentales se llevan a cabo en laboratorios con condiciones estrictamente controladas. A su vez, las simulaciones (validadas) de los procesos fundamentales sirven como patrones de calibración para las simulaciones avanzadas. Entre los casos de mayor interés, están aquellos que involucran los fenómenos de transferencia de calor conjugada en sistemas de transporte. Aunque la naturaleza de los

fluidos considerados da lugar a una fenomenología compleja, los resultados preliminares son prometedores (Fig. 4).

Para el ejemplo mostrado, la correspondencia entre las mediciones experimentales y los resultados numéricos establece que el código es capaz de reproducir adecuadamente los efectos globales en los campos (Figs. 4 a y b), y los valores locales de la velocidad en los puntos de interés (Fig. 4c).

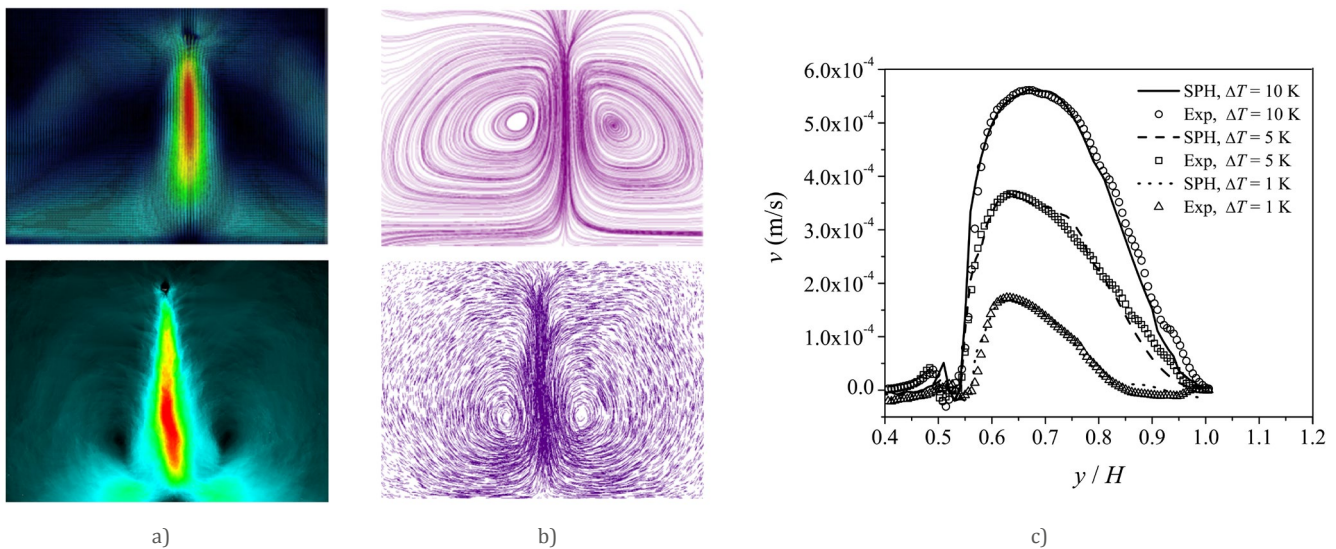


Figura 4. Proceso de transferencia de calor conjugada en un conducto con flujos de alta viscosidad expuestos a ambientes con gradientes térmicos. En las imágenes de las columnas a) y b) se ve la comparación de los gradientes térmicos y las líneas de flujo experimentales (arriba) y numéricas con SPH (abajo). Las curvas de la figura c) claramente muestran un acuerdo aceptable entre las mediciones y la predicción numérica de las velocidades en puntos relevantes del dispositivo

Mayor información del proyecto ENERXICO en:

<https://enerxico-project.eu/>

Twitter: @ENERXICOproject

LinkedIn: @ENERXICO project

Video informativo en inglés: <https://youtu.be/Yq04rJdr82Q>

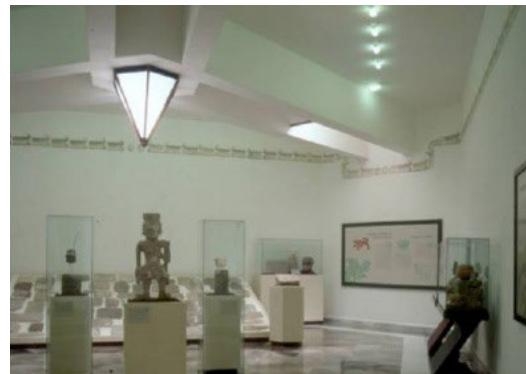
Video informativo en español: <https://youtu.be/zhFKy1HcUdc>

SISTEMAS PASIVOS PARA LA DESINFECCIÓN DE EDIFICIOS ANTE COVID-19

DAVID MORILLÓN

A raíz de la situación que estamos viviendo a nivel mundial, los edificios postcovid-19 serán construidos utilizando la inteligencia artificial, los conceptos y las tecnologías para lograr tanto edificios como ciudades inteligentes. Tomar en cuenta estas medidas es ya necesario, no sólo para los lugares de trabajo, también para las viviendas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que el virus Covid-19 se elimina con jabón o detergente, alcohol, cloro y ozono, que junto con la cuarentena, éstas son medidas que contribuyen a disminuir o eliminar los contagios. Sin embargo, la adecuación y el diseño de las nuevas construcciones deberán ir más allá, considerando soluciones que se basen en el confort y la salud de sus ocupantes.



Arquitectura pospandemia

TEMPERATURA (Aplicación mediante el patrón de uso del edificio)



Escuelas

- Salón de clases 8 a 13 horas y de 14 a 19 horas
- Oficinas de las 8 a las 19 horas
- Casa conserje 24 horas de uso



Vivienda

- Recamara 20 a 7 horas
- Cocina de 7 a 8, 13 a las 15 y 19-21 horas
- Sala de las 15 a las 20 horas
- Comedor 7 a 8, 13 a las 15 y 19-21 horas



Hospitales

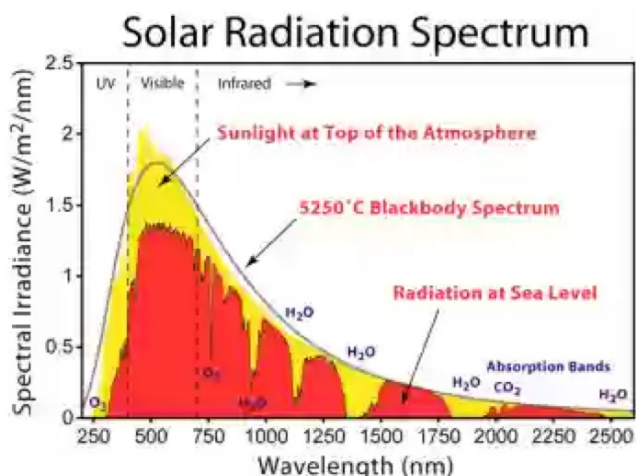
- Consulta externa 8 a 19 horas
- Oficinas de las 8 a 19 horas
- Internos 24 horas de uso



Ultravioleta (UV-C)

Hay que poner especial atención en los estudios realizados donde se indica que, elevando la temperatura a 56 grados por un periodo de 52 minutos, o a 65 grados por 7 minutos, se obtiene la desinfección dentro de los edificios. Sin embargo, dichas temperaturas están muy alejadas de las condiciones de confort térmico requerido para los usuarios que, dependiendo de la época del año, en el caso de México oscilan entre 18 y 27

grados. O bien, se pueden programar día con día para elevar la temperatura cuando el edificio no esté habitado. También, se logra la desinfección de los espacios a través de la radiación solar, que emite rayos ultravioletas (Tipo A), aquí, es necesario determinar los tiempos requeridos y la concentración para el soleamiento, dependiendo de cada espacio, a fin de alcanzar los resultados deseados.



Ultravioleta (UV-C)



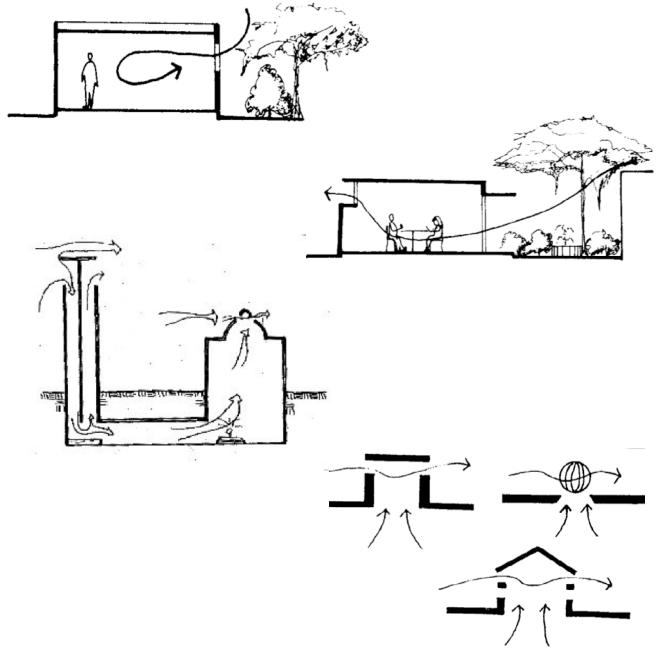
Ultravioleta (UV-C)

Otro método para la mitigación del contagio es la ventilación, entendida como la renovación del aire dentro de los espacios, que ayuda a disminuir el desarrollo del virus; se debe determinar las velocidades necesarias y requeridas, además de relacionarlas con las condiciones de confort de los usuarios.

Desafortunadamente, muchos de los edificios actuales no tienen la ventilación y soleamiento adecuados, condiciones que se deben de proveer, mediante los sistemas pasivos como son las torres de viento, los muros trombe, las chimeneas solares, los extractores, invernaderos, domos, la geotermia somera, etc.



Chimenea solar Inyección de viento. Ventilación

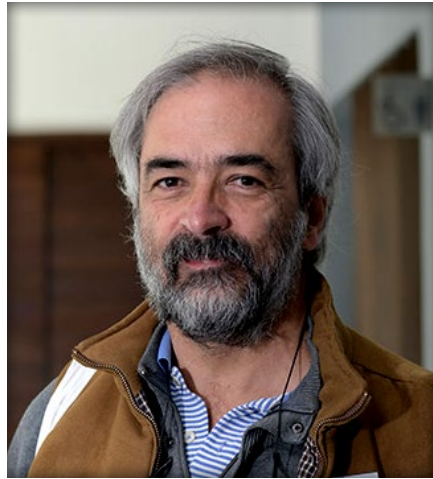


Ventilación

Especialistas en diseño y climatización de edificios pueden lograr las condiciones de seguridad que se requieren, a través de equipos de aire acondicionado que trabajan mediante filtros, con programas de mantenimiento que den a la ventilación los cambios de aire requeridos.

Los estudios o métodos para desinfección se han planteado a diversos fondos internacionales y nacionales; algunos trabajos ya se iniciaron con colegas de otros países. Pronto se podrá disponer de la información en cuanto al tiempo de exposición e intensidad a las radiaciones solares y ultravioletas tipo A, así como de las velocidades del viento y los tratamientos con ozono, acciones que se requieren para mantener los espacios libres de virus.

Actualmente, la arquitectura pos pandemia, debe contar con las dimensiones necesarias para la sana distancia y la desinfección. Debe enfocarse en que los usuarios rara vez tengan que tocar una superficie con las manos, es decir, las instrucciones se darán a través de un teléfono, o con la voz, evitando presionar un botón, tanto afuera como adentro del edificio. Las puertas de la oficina se abrirán automáticamente mediante sensores de movimiento y reconocimiento facial, con ello, podría disminuir hasta 80% de las enfermedades infecciosas que se transmiten al tocar superficies contaminadas. Además de estas estrategias y métodos para la desinfección, el apoyo en la inteligencia artificial será de vital importancia para lograr espacios en mejores condiciones para la salud. |



PREMIO UNIVERSIDAD NACIONAL 2020

Estamos muy contentos porque este año dos de nuestros investigadores se hicieron acreedores al Premio Universidad Nacional 2020 que es la máxima distinción que otorga la Universidad Nacional Autónoma de México a sus académicos. Nos referimos al Dr. Jaime Moreno Pérez quien recibe este reconocimiento en el área de Ciencias Exactas mientras que el Dr. Adalberto Noyola Robles se hace acreedor en el área de Innovación Tecnológica y Diseño Industrial.

El trabajo de ambos investigadores es ampliamente reconocido.

Adalberto Noyola y Jaime Moreno ¡Enhorabuena! |



DISTINCIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL PARA JÓVENES ACADÉMICOS 2020

Felicidades a la Dra. Idania Valdez Vázquez, investigadora de la Unidad Académica Juriquilla por haber recibido la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2020, en el área de Innovación Tecnológica y Diseño Industrial.

¡Qué sigan los éxitos! |

PREMIO NACIONAL A LA MEJOR SOLUCIÓN TECNOLÓGICA 2020

La Academia de Ingeniería México otorgó al Dr. Roberto Giovanni Ramírez Chavarría, investigador de la Coordinación de Mecánica y Energía, el Premio Nacional a la Mejor Solución Tecnológica 2020 en el área de Bienestar y Salud, por el trabajo *Sistema de Medición Multifrecuencia de Impedancia Eléctrica en Tejidos Biológicos*.

El proyecto propone una novedosa metodología de medición, como una herramienta atractiva para el estudio del comportamiento eléctrico de medios tejidos y macromoléculas. Con ello, el sistema obtiene una "huella digital" característica, para coadyuvar en labores de diagnóstico clínico, así como en procesos biológicos y biomédicos. La técnica resulta ser una prometedora herramienta, con suficiente resolución y sensibilidad para



estudiar, de forma concreta y sistemática, problemas de carácter trascendental que se puede aplicar por ejemplo, en la detección temprana de enfermedades crónico-degenerativas, en la cuantificación de agentes patógenos y en la caracterización de células. |



SERGIO ALCOCER PRESIDENTE DEL CMAI

El pasado 10 de noviembre, el Dr. Sergio Manuel Alcocer Martínez de Castro fue electo como Presidente del Consejo Mexicano de Asuntos Internacionales (COMEXI), para el periodo 2021-2022.

Esta Asociación Civil se enfoca al estudio, análisis y diálogo sobre las relaciones internacionales de México.

Le deseamos el mayor de los éxitos en este nuevo encargo. ¡Enhorabuena! |



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®

Feliz
NAVIDAD
y un muy próspera

Año Nueva

PREPOSICIONES

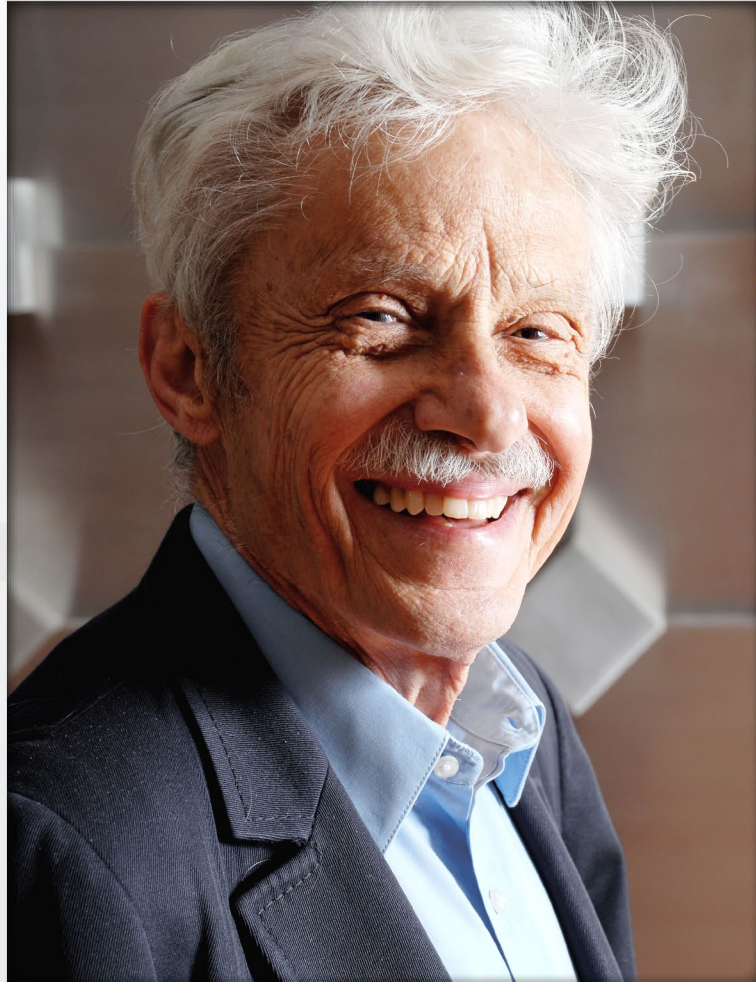
Preposiciones	Son palabras que relacionan los elementos de una oración para que puedan tener sentido.	Ejemplos: “La copa cristal”. “La copa de cristal”.
Tipos de preposiciones	De lugar, tiempo, destino, causa, origen, motivo, etc.	“La manzana está sobre la mesa”. “Pedro viajó a Brasil”.
Función	La función principal de las preposiciones es la de unir palabras y frases .	“La puerta de madera”. La preposición “ de ” le da sentido a la oración ya que permite que se conecten los términos “puerta” y “madera”.
Usos	- Tienen diferentes usos y significados. - Depende del contexto.	La preposición “ a ”, por ejemplo, puede indicar: dirección, modo, tiempo, precio, causa, etc. “Desperté a las 6:00 de la mañana”. “Luis viajó a Oaxaca”.
¿Cuántas preposiciones hay?	En español se utilizan 23.	a, ante, bajo, cabe, con, contra, de, desde, durante, en, entre, hacia, hasta, mediante, para, por, según, sin, so, sobre, tras, versus y vía.
Son invariables	- Es decir, no tienen género ni número - Mantienen su forma.	Norma viajó a España. Jorge viajó a España. María y Pedro viajaron a España.
Errores comunes al utilizar las preposiciones	- Usar una preposición o una locución prepositiva en lugar de otra. - Omitir el uso de alguna preposición cuando es necesario.	A nombre de (incorrecto). En nombre de (correcto). De acuerdo a (incorrecto). De acuerdo con (correcto). En relación a (incorrecto). En relación con (correcto).

Referencias

<http://udep.edu.pe/castellanoactual/las-locuciones-preposicionales/>
<https://estilollano.wordpress.com/2015/11/17/errores-en-el-uso-de-las-preposiciones-1/>
<https://luisamariaarias.wordpress.com/lengua-espanola/tema-9/gramaticas-preposiciones-y-las-conjunciones/las-preposiciones/>
<http://www.eafit.edu.co/centros/celee/practicas-en-lectoescritura/Documents/preposiciones-y-funcion.pdf>
<https://racorrecciones.com/2016/11/14/uso-incorrecto-de-las-preposiciones/>
<https://www.hiru.eus/es/lengua/palabras-invariables>



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM®



Dr. Ricardo Chicurel Uziel
1930-2019