



**XXIV Congreso SELPER México**  
**Geomática para el**  
**desarrollo sostenible**  
VIRTUAL

MEMORIAS DEL CONGRESO  
FEBRERO 2022

SELPER

## **Mesa directiva SELPER - México (2019-2021)**

Fabiola Doracely Yépez Rincón  
Presidenta

Dr. Ricardo Alberto Cavazos González  
Secretario

Dra. Nelly Lucero Ramírez Serrato  
Tesorera

### **Comité editorial**

Dra. Judith Ley García  
Dr. Luis Carlos Alatorre Cejudo  
Dra. Fabiola Doracely Yépez Rincón

### **Comité organizador**

Dra. Fabiola Doracely Yépez Rincón  
M.C. Diana Laura Mireles Soria  
Ing. Andrea Nathaly Escobedo Tamez

### **Mensaje de bienvenida**

Dr. Ricardo González Alcorta - Director de la  
Facultad de Ingeniería Civil  
Dra. Luz Ángela Rocha (SELPER Colombia)

### **Moderadores**

Dra. Fabiola Maribel Denegri de Dios (UABC)  
Dra. Nelly Lucero Ramírez Serrato (UNAM)  
M.C. Diana Laura Mireles Soria (UANL)  
Ing. Andrea Nathaly Escobedo Tamez (UANL)  
M.C. Alejandro Barrón Duarte (UANL)  
M.C. Kevin David Rodríguez González (UANL)  
M.C. Roberto Emmanuel Huerta García (UANL)  
Mtra. Tracy Díaz Hernández (UABC)

### **Ponentes Magistrales**

Dr. José Javier Roch Soto  
Dr. Saied (Adam) Pirasteh  
Dra. Virginia Fernández Ramos

### **Instructores del curso Google Earth Engine**

M.C. Jonathan V. Solórzano (UNAM)  
Gabriel Alejandro Perilla Suárez (Pontificia  
Universidad Javeriana)

### **Diseño editorial**

M.D.G. Rosa Otilia Armendáriz Solís

MENSAJE PRESIDENCIAL.....	4
PROGRAMA TÉCNICO.....	5
CONFERENCISTA MAGISTRAL I.....	8
CONFERENCISTA MAGISTRAL II.....	9
CONFERENCISTA MAGISTRAL III.....	10
RESÚMENES ACEPTADOS.....	11

# CONTENIDO

## Mensaje de la presidencia

Estimada comunidad,

SELPER – MÉXICO, A.C. (SELPER MX), es una asociación civil mexicana fundada el 28 de abril de 1992. SELPER-MX opera sin fines de lucro y exclusivamente con fines científicos, técnicos y profesionales, encaminados al fomento de la cooperación nacional e internacional para el desarrollo de las áreas del conocimiento relacionadas a la percepción remota y a las ciencias geoespaciales. Por medio de alianzas estratégicas, especialmente con Universidades, agencias espaciales o la iniciativa privada, desarrolla cursos y talleres enfocados a temáticas que interesan a la asociación y en la cual pueden participar todos sus miembros, así como países socios y en general la comunidad técnico-científica interesada en la Geomática y la tecnología geoespacial.

Cada dos años SELPER – MX realiza un congreso nacional. La presente memoria forma parte de los productos obtenidos del XXIV Congreso Nacional de SELPER México, “Geomática para el Desarrollo Sostenible”. La editorial de esta Memoria tiene como objetivo difundir la investigación realizada en 54 documentos presentados por los miembros de la comunidad SELPER. Las temáticas representadas en el congreso fueron: Bienestar, equidad y salud pública; Contaminación ambiental; Biodiversidad, cobertura y uso de suelo; Infraestructura (vivienda, transporte, energía, agua); Gestión de recursos hídricos; Adaptación y mitigación al cambio climático; Riesgos naturales o antrópicos y Gestión del territorio (municipios, migración, economía). Agradecemos a los miembros de diferentes regiones de México que año con año continúan activos. Este año, nuestro congreso contó además con la participación de expositores de China, Canadá, Colombia, Ecuador, España, Perú y Uruguay.

A nombre de la mesa directiva y del comité organizador del XXIV Congreso Nacional de SELPER México agradecemos infinitamente el apoyo de las instituciones que han respaldado y hecho posible este producto. Agradecemos especialmente a la Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Comisión Nacional del Agua, SELPER Colombia, Universidad Nacional Autónoma de México y de la empresa AtiSOFT, A.C., a todos ellos muchísimas gracias por su apoyo.

¡Queridos miembros SELPER-MX, muchísimas gracias, y esperamos verlos en el XX Simposio Internacional SELPER 2022 en Monterrey, México!

Sinceramente,



Dra. Fabiola Doracely Yépez Rincón  
Presidenta de SELPER Capítulo México



**XXIV Congreso SELPER México**  
**Geomática para el desarrollo sostenible**  
VIRTUAL

**PROGRAMA TÉCNICO**  
**3 al 5 noviembre de 2021**  
Horario CDMX

**DÍA 01 | Miércoles 3 de noviembre 2021**

**SALA MAGNA**

- 9:00 am Inauguración del evento
- 9:30 am Conferencia Magistral I - Dr. Saied (Adam) Pirasteh
- 10:15 am Conferencia Magistral II - Dra. Virginia Fernández Ramos



[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,rsDZLsn9YUO\\_TM AFUk0rcA,V95WN2SPxkqJiBkKD8Wa3Q,XCgdbpDKOE-aiRvMYHhWuQ?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,rsDZLsn9YUO_TM AFUk0rcA,V95WN2SPxkqJiBkKD8Wa3Q,XCgdbpDKOE-aiRvMYHhWuQ?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)

**SALA 1**

<https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,8TKdsFo7y02CgOFwPaQIKQ,323Vzo2hnlUy-QS8evSVZ1A,mGkxtqdKDEyIBU9FIVC-kw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7>



**Bienestar, equidad y salud pública**

Moderador: Dra. Fabiola Maribel Denegri de Dios

- 11:00 am Análisis Espacial de la Unidad Productiva Ejidal en la Zona Maya de Quintana Roo, como Elemento de la Vulnerabilidad Socioeconómica de los Hogares Rurales 1978-2015.

**Coffe break virtual**

- 11:45 am Distribución de arañas de importancia médica del género *Loxosceles* spp en la frontera norte de México y sur de EEUU.
- 12:15 pm Pobreza digital frente a la enseñanza remota de emergencia durante la pandemia: El caso de Baja California.
- 12:45 pm Una aproximación a la calidad de vida intra-urbana.

**Receso (comida)**

- 3:00 pm Geotecnologías aplicadas al estudio de la asociación de áreas verdes públicas y el grado de marginación social.
- 3:30 pm Mapeo de la accesibilidad de áreas verdes urbanas para la Zona Metropolitana de Monterrey, México.

**Contaminación ambiental**

Moderador: M.C Kevin David Rodríguez González

- 4:00 pm Emisiones de metano por actividades ganaderas a partir de SENTINEL-5P: una propuesta para la gestión del Inventario Estatal de Emisiones en San Luis Potosí.

**Coffe break virtual**

- 4:45 pm Propuesta metodológica para monitoreo de lluvia ácida a través de tecnología espacial.
- 5:15 pm Propuesta metodológica para la calibración de imágenes de satélite de contaminantes atmosféricos a través del uso de líquenes como bioindicadores en Sierra de Álvarez, S.L.P.
- 5:45 pm Contaminación atmosférica mediante las imágenes de satélite y las estaciones de monitoreo de calidad del aire en San Luis Potosí.

**Cierre del día**

**SALA 2**

[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,5Fhh\\_Th1bEKAKUxaQjthdQ,ZrsCpQqk0kqPyh8Kp5yKkg,hyK-uidr0mkS59YfF5T5g?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,5Fhh_Th1bEKAKUxaQjthdQ,ZrsCpQqk0kqPyh8Kp5yKkg,hyK-uidr0mkS59YfF5T5g?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)



**Biodiversidad, Cobertura y uso de suelo**

Moderador: M.C Roberto Emmanuel Huerta García

- 11:00 am Aplicación de algoritmos de inteligencia artificial para la moderación de la distribución potencial de agaves utilizados en la industria mezcalera.

- 11:45 am Una estrategia basada en Big Data e imágenes SAR para el monitoreo de los cultivos de arroz (*Oryza sativa*). Cuenca de la Laguna Merín – Uruguay.

- 12:15 pm Potencial de almacenamiento de CO2 en bosques y selvas de la región VI, Ixtapan de la Sal, Estado de México.

- 12:45 pm Número de observaciones sin nubes del acervo Sentinel-2 sobre las ecorregiones mexicanas entre 2015 y 2020.

- 3:00 pm Cambio de la cobertura vegetal y variabilidad climática en la Subcuenca del Río Huacapa, Guerrero, México.

- 3:30 pm Valor ambiental-paisajístico del traspaso forestal en el centro de la ciudad de Jiquilpan de Juárez, Michoacán. México.

- 4:00 pm Caracterización de series de tiempo de NDVI en bosques mexicanos vía análisis funcional de datos aplicado a imágenes de satélite.

- 4:45 pm Propuesta de una guía para senderos interpretativos en el Cerro del Topo Chico, Nuevo León, México.

- 5:15 pm Análisis de cambio en la cobertura vegetal y su relación con las políticas públicas del sitio, caso de estudio: Tenosique, Tabasco, México.

- 5:45 pm Aplicaciones de la geomática en la conservación de los recursos genéticos.

**Contactos del evento:**

Dra. Fabiola Doracely Yépez Rincón - Presidenta SELPER MX y del comité organizador

Envío de extensos: [congreso@selper.org.mx](mailto:congreso@selper.org.mx); [selpermexico.fic@uanl.mx](mailto:selpermexico.fic@uanl.mx)

Envío comprobante de pago de membresías y taller: [contacto@selper.org.mx](mailto:contacto@selper.org.mx)





**XXIV Congreso SELPER México**  
**Geomática para el desarrollo sostenible**  
VIRTUAL

**DÍA 02 | Jueves 4 de noviembre 2021**

**SALA MAGNA**

9:00 am Conferencia Magistral III - Profr. Javier Roch Soto



[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,9vp5YMYgvkKxCjw6qpaSlg,U1i9u0bvRE27LXSLhQ1uPgJFRGUCoK\\_0uqnR8xmyaWsw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,9vp5YMYgvkKxCjw6qpaSlg,U1i9u0bvRE27LXSLhQ1uPgJFRGUCoK_0uqnR8xmyaWsw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)

**SALA 1**

[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,cTbs-98\\_D0qcYrG\\_C\\_Zrhg,kKlk\\_FvJqEaUACMnFA3Mdg,9ULo-vAcIUWr681a3bqltw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,cTbs-98_D0qcYrG_C_Zrhg,kKlk_FvJqEaUACMnFA3Mdg,9ULo-vAcIUWr681a3bqltw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)



**Contaminación ambiental**

Moderador: M.C Kevin David Rodríguez González

- 10:00 am Análisis Multitemporal de la Superficie del Glaciar Ayoloco, Mediante el Índice Normalizado de Nieve.
- 10:30 am Exposición potencial de zonas urbanas en el Bajío de Guanajuato a la deriva aérea de plaguicidas utilizados en el cultivo de maíz y trigo.

**SALA 2**

[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,01HJM1KFwKcotwPbGMegSw,u3Pg25G2SkuMCNVdBDmXg,Yt\\_bf\\_Nki0GgxJj1SW0cJA?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,01HJM1KFwKcotwPbGMegSw,u3Pg25G2SkuMCNVdBDmXg,Yt_bf_Nki0GgxJj1SW0cJA?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)



**Gestión de recursos hídricos**

Moderador: M.C Hugo Guerra Puente

- 10:00 am Delimitación de sitios potenciales de recarga artificial de agua subterránea en la zona metropolitana del Valle de México.
- 10:30 am Mapeo de servicios ecosistémicos en la subcuenca Guadalupe, Ensenada, Baja California.

Coffe break virtual

**Adaptación y mitigación al cambio climático**

Moderador: Ing. Andrea Nathaly Escobedo Tamez

- 11:15 am Calidad del aire durante los incendios forestales en San Luis Potosí 2019-2021.
- 11:45 am Análisis Espacio Temporal de Emisiones de Carbono Negro en Regiones Cañeras de México.
- 12:15 pm Asociaciones espaciales entre índices de vegetación y contaminación en ríos urbanos. Caso de Estudio: Río Pesquería, N.L., México.

- 11:15 am Análisis espacial del crecimiento urbano y la temperatura en la región turística Bahía de Banderas–Puerto Vallarta.
- 11:45 am Eventos meteorológicos extremos por el cambio climático en Mérida, Yucatán, México.
- 12:15 pm Gradiente Térmico en Bahía de La Paz y la zona oceánica adyacente. Perspectiva de un potencial energético.

**Infraestructura (vivienda, transporte, energía, agua)**

Moderador: M.C Alejandro Barrón Duarte

- 12:45 pm La Red Nacional de Caminos, marco sistémico geoespacial de la movilidad y el transporte en México.

**Riesgos naturales o antrópicos**

Moderador: Dra. Nelly Lucero Ramírez Serrato

- 12:45 pm Relación de la sequía meteorológica e hidrológica en la Subcuenca Chancos, Ancash, Perú.

Receso (comida)

- 3:00 pm Caracterización hidrodinámica de ductos con topografía definida para el transporte de hidrocarburos.
- 3:30 pm Los costos de la expansión urbana – Vialidades. El caso de Monterrey, N.L.
- 4:00 pm Uso y aplicación de los SIG en la modelación hidráulica de presiones en redes de distribución de agua.

- 3:00 pm Probabilidad y riesgo a los incendios de pastizal en la zona metropolitana de Guanajuato, Guanajuato.
- 3:30 pm Probabilidad de ocurrencia a incendios forestales (1998-2019) bajos las condiciones del ENOS para el estado de Guanajuato, México.
- 4:00 pm IGNIS App Reporte ciudadano de incendios forestales.

Coffe break virtual

- 4:45 pm Presentación de Capella
- 5:00 pm Asamblea General

[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,9vp5YMYgvkKxCjw6qpaSlg,U1i9u0bvRE27LXSLhQ1uPgJFRGUCoK\\_0uqnR8xmyaWsw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19IH4zMQ,9vp5YMYgvkKxCjw6qpaSlg,U1i9u0bvRE27LXSLhQ1uPgJFRGUCoK_0uqnR8xmyaWsw?mode=read&tenantid=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)



Cierre del día



**XXIV Congreso SELPER México**  
**Geomática para el desarrollo sostenible**  
VIRTUAL

**DÍA 03 | Viernes 5 de noviembre 2021**

**SALA 1**



[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,yftzN2rQZECQMVIR\\_lzG5A,syg64Qc5FU6POa4K675EvA,69wllfxDaEqcM0eHN3rdLw?mode=read&tenantId=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,yftzN2rQZECQMVIR_lzG5A,syg64Qc5FU6POa4K675EvA,69wllfxDaEqcM0eHN3rdLw?mode=read&tenantId=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)

**Infraestructura (vivienda, transporte, energía, agua)**

Moderador: M.C Alejandro Barrón Duarte

9:00 am | La influencia de los materiales de construcción en techos en la formación de islas de calor en la Zona Metropolitana de Monterrey.

**Gestión del territorio (municipios, migración, economía)**

Moderador: Mtra. Tracy Díaz Hernández

9:30 am | Estado y tendencia de la degradación de Tierras en Ixtacamaxtitlán, Puebla, México.

10:00 am | Propuesta de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano sustentable del municipio de San Andrés Cholula, estado de Puebla.

10:30 am | Prototipo de un SIG para la evaluación del Saneamiento en Morelos.

**Coffe break virtual**

11:15 am | Evaluación del Índice de Sustentabilidad Ambiental como herramienta de análisis de los recursos naturales del Estado de Guanajuato.

11:45 am | Portal para el análisis de riesgos y mitigación de desastres en el estado de Guerrero, México.

12:15 pm | Determinación de áreas óptimas para un relleno sanitario en Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora y Pedro Carbo, provincia del Guayas.

12:45 pm | Caracterización de las microempresas esenciales durante COVID 19 en el valle de Mexicali.

1:15 pm | La expansión urbana de Monterrey, N.L., México

**Agradecimientos y anuncios generales**

**Receso (comida)**

**Sala Magna**

[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,nvB7DXbBQk6HX9VTjo0Mag,vErDbdTd60ma7RBvNutfvq,\\_K7KHH2OBUMqoQIart3paw?mode=read&tenantId=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,nvB7DXbBQk6HX9VTjo0Mag,vErDbdTd60ma7RBvNutfvq,_K7KHH2OBUMqoQIart3paw?mode=read&tenantId=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)



**Taller de Google Engine**

3:00 pm

4:00 pm

**Coffe break virtual**

5:00 pm

6:00 pm

**Cierre general del XXIV Congreso SELPER México**

**SALA 2**



[https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,Lr\\_RZRnnCkS8EzFEYrkWTQ,aZkhyZLgE0qKedyNuWPzPg,FSXgs6GsBEumQK5q0ULKcW?mode=read&tenantId=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7](https://teams.microsoft.com/registration/EZDKymp73kSGHwlaLKID-tw,pQXVU9d4IUcAcjBelNoBkg,woJeKIT1IUq8Lr19iH4zMQ,Lr_RZRnnCkS8EzFEYrkWTQ,aZkhyZLgE0qKedyNuWPzPg,FSXgs6GsBEumQK5q0ULKcW?mode=read&tenantId=caca9011-7b6a-44de-861f-095a2ca883b7)

**Riesgos naturales o antrópicos**

Moderador: Dra. Nelly Lucero Ramírez Serrato

9:00 am | Zonificación geomorfológica y evaluación de peligro potencial en Zumpango del Río, Guerrero, México.

9:30 am | Índice de amenaza a la biodiversidad por incendios forestales.

10:00 am | Carta de riesgo geológico por la metodología de agrupación de zonas homogéneas de roca-suelo y zonas morfológicas. Caso de estudio: porción central del Cerro de la Silla, Nuevo León.

10:30 am | Análisis geomorfológico – estructural de Chilpancingo - Guerrero: marco de acciones resilientes ante riesgos geológicos.

11:15 am | Fotogrametría como metodología de monitoreo de daños en estructuras civiles por subsidencias, en CDMX.

11:45 am | Geomática para la prevención de desastres, avances en la inspección y monitoreo de infraestructura estratégica.

12:15 pm | Identificación de zonas inundables en Macuspana, Tabasco.

## CONFERENCISTA MAGISTRAL

### Saied (Adam) Pirasteh

Associate Professor,  
Southwest Jiaotong University, China

#### **“Geospatial Infrastructure Management Ecosystem (GeoIME) for resiliency: Earthquake preparedness and make your buildings safer”**

Abstract - Monitoring safety infrastructures is a significant means of a resilient environment, protecting people's safety and reducing property loss. Perhaps many countries are challenging to determine pre-and-post earthquake vulnerability and risk estimation of buildings. I will present a cloud-based Geospatial Infrastructure Management Ecosystem (GeoIME) platform for reduction, mitigation, and resilience in earthquake disasters. I will also demonstrate how this works with a few examples. I investigated and programmed the instruction building codes of the Federal Emergency Management Agency (FEMA-P-154). However, the content is entirely based on understanding geospatial knowledge, engineering, and disaster services. This presentation aims to contribute to Sustainable Development Goals (SDGs) 2030 and participate in global sharing of experiences on utilizing geospatial information technologies to address disasters resilience and challenging issues of determining the vulnerability of buildings and estimation of risk and recommendation for retrofitting automatically and intelligently. Finally, I will provide some suggestions that might be helpful to countries having similar issues since GeoIME has a good potential for scalability and customization.



Resumen - El monitoreo de las infraestructuras de seguridad es un medio importante de un entorno resiliente, protegiendo la seguridad de las personas y reduciendo la pérdida de propiedad. Quizás muchos países estén desafiando determinar la vulnerabilidad antes y después de un terremoto y la estimación del riesgo de los edificios. Presentaré una plataforma de Ecosistema de Gestión de Infraestructura Geoespacial (GeoIME) basada en la nube para la reducción, mitigación y resiliencia en desastres sísmicos. También demostraré cómo funciona esto con algunos ejemplos. Investigué y programé los códigos de construcción de instrucciones de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA-P-154). Sin embargo, el contenido se basa completamente en la comprensión del conocimiento geoespacial, la ingeniería y los servicios de desastres. Esta presentación tiene como objetivo contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030 y participar en el intercambio global de experiencias sobre el uso de tecnologías de información geoespacial para abordar la resiliencia ante desastres y los problemas desafiantes de determinar la vulnerabilidad de los edificios y la estimación del riesgo y la recomendación para la modernización automática e inteligente. Finalmente, proporcionaré algunas sugerencias que podrían ser útiles para los países que tienen problemas similares, ya que GeoIME tiene un buen potencial de escalabilidad y personalización.

---

*Dr. Pirasteh* is a Professor at the Faculty of Geosciences and Environmental Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, China and the Head of the GeoAI, Smarter Map and LiDAR Lab. He is also a Research Scientist at the Geospatial Sensing and Data Intelligence Lab, University of Waterloo. He is the United Nations Global Geospatial Information Management (UN-GGIM) expert Academic Network Member, Disasters Services WG, and collaborating with the UN Open GIS-WG for GeoAI. He is the inventor and co-founder of the Geospatial Infrastructure Management Ecosystem (GeoIME) Technology System ([www.geoime.ca](http://www.geoime.ca); [www.georvs.cn](http://www.georvs.cn)). He was the recipient of the Young Scientists Award, Outstanding Research and Teaching Award, and awarded for paper presentations in the International Conferences. He is the author and co-author of more than 200 publications in refereed journals, conference proceedings, book chapters, books, news and TV interviews. He also has three patents. Adam is the Associate Editor, Editor, and Reviewer of journals like International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Sensors, Remote Sensing, Natural Hazards Research, Geoenvironmental Disasters, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, and International Journal of Remote Sensing. His research interests include (a) satellite, drone, and LiDAR data processing, geospatial analysis, geodata analytics, and (b) GeoAI and smart mapping, geoenvironmental hazards and disaster management

## CONFERENCISTA MAGISTRAL

### Virginia Fernández Ramos

Associate Professor,  
Universidad de la República, Uruguay



### “Remote sensing applied to water quality: towards the report of indicator 6.3.2 (level II) of the water bodies of Uruguay”

Abstract - Negative changes in water quality are one of the most pressing problems globally; Uruguay, a country with a large water network, does not escape this concern. Numerous academic publications are generating advances in the study of water quality using remote sensing, especially applied to the spread of harmful algal blooms. The Ministry of the Environment, and specifically the Environmental Information Division in technical cooperation with the Faculty of Science, is working to strengthen traditional monitoring by tracking these phenomena through the automatic processing of satellite images and the analysis of combinations of atmospheric corrections, sensors and predictive models. This presentation aims to present the progress of this project in development, as well as its link with the future reporting of the country to contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs) 2030. The online application for automated monitoring of water quality status based on the training of algorithms in the main water bodies of the country will also be presented.

Resumen - Los cambios negativos en la calidad del agua constituyen una de las más acuciantes problemáticas a nivel global; Uruguay, país con una generosa red hídrica no escapa a esta preocupación. Son numerosas las publicaciones académicas que están generando avances en el estudio de la calidad de agua utilizando el sensoramiento remoto, especialmente aplicado a la proliferación de floraciones algales nocivas. Desde el Ministerio de Ambiente, y específicamente desde la División Información Ambiental en cooperación técnica con la Facultad de Ciencias se está trabajando para fortalecer el monitoreo tradicional con el seguimiento de estos fenómenos a través del procesamiento automático de imágenes satelitales y el análisis de combinaciones de correcciones atmosféricas, sensores y modelos predictivos. Esta presentación tiene como objetivos dar a conocer el progreso de este proyecto en desarrollo, así como su vinculación con el futuro reporte del país para contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030. También se dará a conocer la aplicación en línea para observar en forma automatizada el estado de la calidad del agua en base al entrenamiento de algoritmos en los principales espejos de agua del país.

---

*Dra. Virginia Fernandez Ramos* es profesora en Tecnologías de la Información Geográfica del Departamento de Geografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la Republica (Uruguay). Es Directora del Departamento de Geografía. También es Directora de la División Información Ambiental del Ministerio de Ambiente; encargada del Observatorio Ambiental Nacional (<https://www.ambiente.gub.uy/oan/>). Asesora para el Sistema Nacional de Emergencias dependiendo de la Dirección Nacional de la Presidencia de la República y repres.

Su producción bibliográfica en libros, capítulos y artículos académicos se relacionan al procesamiento de la información geográfica. Su actividad de formación de recursos humanos es a nivel de grado y de posgrado así como la evaluación y orientación en proyectos de iniciación a la investigación. Actualmente se dedica a la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos ambientales para la evaluación de la calidad del agua y los cambios en la cobertura terrestre, utilizando datos de terreno y datos del sensoramiento remoto.

## CONFERENCISTA MAGISTRAL

### José Javier Roch Soto

Profesor, IPN, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticoman, Mexico



### “Obstacle lifting in airways using stereoscopic satellite images”

Abstract - Air transport is the safest mean of transport, mainly due to the high operational safety requirements that are reflected in laws, regulations, norms and standards harmonized by the International Civil Aviation Organization, among the requirements is to develop and maintain up-to-date and with the necessary precisions, to guarantee the efficiency and safety of air operations, aeronautical charts of different types for the different stages and flight conditions with airways, procedures, terrain data, obstacles, airport data and information, etc. Given the exponential development of air transport, the advancement of technology for the most efficient and safe use of airspace, keeping this dynamic information up to date is increasingly complex and for most congested aerodromes it is difficult and expensive to use intensive surveying on site, through drones or aircraft, due restriction of access or flights, and the large areas of coverage; The use of submeter resolution satellite images in stereoscopic form offers a viable and competitive alternative to obtain and keep this information updated in an increasingly frequent and reliable way that represents the digital twins of the terrain, which are used in artificial intelligence processes. , big data and Internet of things in aircraft navigation and alert systems, automated navigation and air traffic processes as well as flight simulators and 4D displays for the analysis of new simulated or real-time procedures.

Resumen: El transporte aéreo es el medio más seguro de los medios de transporte, principalmente por los altos requerimientos de seguridad operacional que están plasmados en en leyes, reglamentos, normas y estándares armonizados por la Organización de la Aviación Civil Internacional, entre los requerimientos se encuentra la necesidad de desarrollar y mantener al día y con las precisiones necesarias, para garantizar la eficiencia y seguridad de las operaciones aéreas, cartas aeronáuticas de diferentes tipos para las diferentes etapas y condiciones de vuelo con las vías aéreas, procedimientos, datos de terreno, obstáculos, datos e información de aeropuertos, etc. Ante el desarrollo exponencial del transporte aéreo, el avance de la tecnología para el uso más eficiente y seguro del espacio aéreo, mantener al día esta información dinámica es cada vez más complejo y en los aeródromos más congestionados es difícil y costoso utilizar medios de agrimensura intensiva en sitio, a través de drones o aeronaves por las restricciones de acceso o sobrevuelo y las grandes extensiones de cobertura; La utilización de imágenes satelitales de resolución submétrica en forma esteresocópica ofrece una alternativa viable y más económica para obtener y mantener actualizada está información cada vez de manera más frecuente y confiable que represente los gemelos digitales del terreno, que se utilizan en los procesos de inteligencia artificial, big data e Internet de las cosas en los sistemas de navegación y alertas de las aeronaves, los procesos de navegación y transito aéreo automatizados así como los simuladores de vuelo y los visualizadores 4D para el análisis de nuevos procedimientos simulados o en tiempo real.

*Javier Roch* es profesor de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en el área aeroespacial desde 1979 y ha participado en actividades en las áreas relacionadas, como: Instituto Mexicano de Comunicaciones, Programa de Satélites Experimentales (SATEX), Satélites de Comunicaciones “Solidaridad”, Centro Regional de Educación en Ciencia y Tecnología Espaciales para América Latina y el Caribe (CRECTEAC), Gran Telescopio Milimétrico (GTM), Comité para el Uso Pacífico del Espacio Exterior (COPUOS) de Naciones Unidas, Conferencia Espacial de las Américas, Agencia Espacial Mexicana, Dirección General de Aeronáutica Civil, Dirección de la Unidad de Negocios Aeroespacial de SENER Ingeniería en México, Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA), Instituto Politécnico Nacional. En todos los casos ha contribuido y fomentado de manera importante proyectos de desarrollo tecnológico y su aplicación en el sector aereroespacial

## RESUMENES ACEPTADOS

- 1. Adaptación y mitigación al cambio climático.....14**
  - 1.1. Análisis espacial del crecimiento urbano y la temperatura en la región turística Bahía de Banderas–Puerto Vallarta
  - 1.2. Eventos meteorológicos extremos por el cambio climático en Mérida, Yucatán, México
  - 1.3. Gradiente térmico en Bahía de La Paz y la zona oceánica adyacente. Perspectiva de un potencial energético
  
- 2. Bienestar, equidad y salud pública.....18**
  - 2.1. Análisis espacial de la unidad productiva ejidal en la Zona Maya de Quintana Roo, como elemento de la vulnerabilidad socioeconómica de los hogares rurales 1978-2015
  - 2.2. Distribución de arañas de importancia médica del género *Loxosceles* spp en la frontera norte de México y sur de EEUU
  - 2.3. Pobreza digital frente a la enseñanza remota de emergencia durante la pandemia: El caso de Baja California
  - 2.4. Una aproximación a la calidad de vida intra-urbana
  - 2.5. Geotecnologías aplicadas al estudio de la asociación de áreas verdes públicas y el grado de marginación social
  - 2.6. Mapeo de la accesibilidad de áreas verdes urbanas para la Zona Metropolitana de Monterrey, México
  
- 3. Biodiversidad, Cobertura y uso de suelo.....25**
  - 3.1. Aplicación de algoritmos de inteligencia artificial para la modelación de la distribución potencial de agaves utilizados en la industria mezcalera
  - 3.2. Una estrategia basada en Big Data e imágenes SAR para el monitoreo de los cultivos de arroz (*Oryza sativa*). Cuenca de la Laguna Merín – Uruguay
  - 3.3. Potencial de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en bosques y selvas de la región VI, Ixtapan de la Sal, Estado de México
  - 3.4. Número de observaciones sin nubes del acervo Sentinel-2 sobre las ecorregiones mexicanas entre 2015 y 2020
  - 3.5. Cambio de la cobertura vegetal y variabilidad climática en la Subcuenca del Río Huacapa, Guerrero, México
  - 3.6. Valor ambiental-paisajístico del traspatio forestal en el centro de la ciudad de Jiquilpan de Juárez, Michoacán. México
  - 3.7. Caracterización de series de tiempo de NDVI en bosques mexicanos vía análisis funcional de datos aplicado a imágenes de satélite
  - 3.8. Propuesta de una guía para senderos interpretativos en el Cerro del Topo Chico, Nuevo León, México
  - 3.9. Análisis de cambio en la cobertura vegetal y su relación con las políticas públicas del sitio, caso de estudio: Tenosique, Tabasco, México
  - 3.10. Aplicaciones de la geomática en la conservación de los recursos genéticos

# ÍNDICE

<b>4.</b>	<b>Contaminación Ambiental.....</b>	<b>36</b>
4.1.	Emisiones de metano por actividades ganaderas a partir de SENTINEL-5P: una propuesta para la gestión del Inventario Estatal de Emisiones en San Luis Potosí	
4.2.	Propuesta metodológica para monitoreo de lluvia ácida a través de tecnología espacial	
4.3.	Propuesta metodológica para la calibración de imágenes de satélite de contaminantes atmosféricos a través del uso de líquenes como bioindicadores en Sierra de Álvarez, S.L.P	
4.4.	Contaminación atmosférica mediante las imágenes de satélite y las estaciones de monitoreo de calidad del aire en San Luis Potosí	
4.5.	Análisis multitemporal de la superficie del glaciar Ayoloco, mediante el índice normalizado de nieve	
4.6.	Exposición potencial de zonas urbanas en el Bajío de Guanajuato a la deriva aérea de plaguicidas utilizados en el cultivo de maíz y trigo	
4.7.	Calidad del aire durante los incendios forestales en San Luis Potosí 2019-2021	
4.8.	Análisis espacio temporal de emisiones de carbono negro en regiones cañeras de México	
4.9.	Asociaciones espaciales entre índices de vegetación y contaminación en ríos urbanos. Caso de Estudio: Río Pesquería, N.L., México	
<b>5.</b>	<b>Gestión de recursos hídricos.....</b>	<b>46</b>
5.1.	Determinación de sitios potenciales de recarga artificial de agua subterránea en los acuíferos que conforman la Subregión Valle de México	
5.2.	Mapeo de servicios ecosistémicos en la subcuenca Guadalupe, Ensenada, Baja California	
<b>6.</b>	<b>Gestión del territorio (municipios, migración, economía).....</b>	<b>49</b>
6.1.	Estado y tendencia de la degradación de tierras en Ixtacamaxtitlán, Puebla, México	
6.2.	Propuesta de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano sustentable del municipio de San Andrés Cholula, estado de Puebla	
6.3.	Prototipo de un SIG para la evaluación del Saneamiento en Morelos	
6.4.	Evaluación del Índice de Sustentabilidad Ambiental como herramienta de análisis de los recursos naturales del estado de Guanajuato	
6.5.	Portal para el análisis de riesgos y mitigación de desastres en el estado de Guerrero, México	
6.6.	Determinación de áreas óptimas para un relleno sanitario en Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora y Pedro Carbo, provincia del Guayas	
6.7.	Caracterización de las microempresas esenciales durante COVID 19 en el valle de Mexicali	

# ÍNDICE

6.8.	La expansión urbana de Monterrey, N.L., México	
<b>7.</b>	<b>Infraestructura (vivienda, transporte, energía, agua).....</b>	<b>58</b>
7.1.	La Red Nacional de Caminos, marco sistémico geoespacial de la movilidad y el transporte en México	
7.2.	Caracterización hidrodinámica de ductos con topografía definida para el transporte de hidrocarburos	
7.3.	Los costos de la expansión urbana – vialidades. El caso de Monterrey, N.L.	
7.4.	Uso y aplicación de los SIG en la modelación hidráulica de presiones en redes de distribución de agua	
7.5.	La influencia de los materiales de construcción en techos en la formación de islas de calor en la Zona Metropolitana de Monterrey	
<b>8.</b>	<b>Riesgos naturales o antrópicos.....</b>	<b>64</b>
8.1.	Relación de la sequía meteorológica e hidrológica en la subcuenca Chancos, Ancash, Perú	
8.2.	Probabilidad y riesgo a los incendios de pastizal en la zona metropolitana de Guanajuato, Guanajuato	
8.3.	Probabilidad de ocurrencia a incendios forestales (1998-2019) bajos las condiciones del ENOS para el estado de Guanajuato, México	
8.4.	IGNIS App Reporte ciudadano de incendios forestales	
8.5.	Zonificación geomorfológica y evaluación de peligro potencial en Zumpango del Río, Guerrero, México	
8.6.	Índice de amenaza a la biodiversidad por incendios forestales	
8.7.	Carta de riesgo geológico por la metodología de agrupación de zonas homogéneas de roca-suelo y zonas morfológicas. Caso de estudio: porción central del Cerro de la Silla, Nuevo León	
8.8.	Análisis geomorfológico – estructural de Chilpancingo - Guerrero: marco de acciones resilientes ante riesgos geológicos	
8.9.	Fotogrametría como metodología de monitoreo de daños en estructuras civiles por subsidencias, en CDMX	
8.10.	Geomática para la prevención de desastres, avances en la inspección y monitoreo de infraestructura estratégica	
8.11.	Identificación de zonas inundables en Macuspana, Tabasco	

# ÍNDICE



# 1. Adaptación y mitigación al cambio climático / Climate change adaptation and mitigation



XXIV Congreso SELPER México  
Geomática para el  
desarrollo sostenible  
VIRTUAL

## 1.1. Análisis espacial del crecimiento urbano y la temperatura en la región turística bahía de Banderas–Puerto Vallarta

Sarahi Sandoval <sup>1\*</sup> y Jonathan G. Escobar-Flores <sup>2</sup>

1. CONACYT – Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Unidad Durango;

2. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Unidad Durango

### Resumen:

El crecimiento acelerado y la urbanización provocan alteraciones en los procesos térmicos de la atmósfera local, modificando artificialmente el clima. La región turística de Bahía de Banderas – Puerto Vallarta en el Pacífico mexicano ha experimentado un rápido desarrollo urbano y ha sido un importante destino turístico internacional desde la década de 1970. En este estudio se analizó el crecimiento urbano del área de estudio durante los años 1986 a 2020, se digitalizó en períodos de cinco años utilizando la herramienta de series de tiempo en Google Earth. Se calcularon los siguientes índices: 1) índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) para monitorear la vegetación, y 2) temperatura de la superficie terrestre (LST), utilizando las bandas térmicas de Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI. Se encontró una tasa de crecimiento exponencial; el aumento de 1986 a 2020 fue de 6.5 veces. Las temperaturas variaron significativamente entre los períodos considerados, lo que muestra una disminución en el rango de variación en torno a los 30 °C.

### Abstract:

Accelerated growth and urbanization cause alterations in thermal processes in the local atmosphere, artificially modifying the climate. The tourist region of Bahía de Banderas–Puerto Vallarta in the Mexican Pacific has undergone rapid urban development and has been a major international tourist destination since the 1970s. In this study, urban growth from 1986 to 2019 was digitized in five-year periods using the time series tool in Google Earth. The following indices were calculated: 1) normalized differential vegetation index (NDVI), to monitor the vegetation, and 2) land surface temperature (LST), using the thermal bands from Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI. An exponential growth rate was found; the increase from 1986 to 2020 was 6.5-fold. Temperatures varied significantly among the periods considered, which shows a decrease in the range of variation around 30 °C. Throughout the years, a concentration was detected in the land surface temperature (LST), using thermal bands from Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI.

\*Correo electrónico:sarahisandovale@gmail.com

## 1.2. Eventos meteorológicos extremos por el cambio climático en Mérida, Yucatán, México

**Araceli G. Andrade <sup>1\*</sup>, Francisco Bautista <sup>1</sup> y Yameli Aguilar <sup>2</sup>**

1. Universidad Nacional Autónoma de México;

2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

### Resumen:

Los efectos del cambio climático son cada vez más perceptibles a nivel global, regional y local. México no es la excepción, la ciudad de Mérida, Yucatán, por su ubicación geográfica sufre efectos como huracanes y tormentas tropicales en época de lluvias, en cambio, en época de secas padece temperaturas elevadas, por arriba de los 40°C. El objetivo de este estudio fue identificar la magnitud y temporalidad de las precipitaciones pluviales y temperaturas máximas extremas mensuales en la ciudad de Mérida, Yucatán, México durante 60 años consecutivos (1960-2020). Se utilizó la información proporcionada por la estación meteorológica del Observatorio de Mérida de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); la base de datos se analizó con el software Clic MD (Análisis de cambio climático con datos mensuales). La magnitud y temporalidad de los eventos meteorológicos extremos mensuales se identificaron con las desviaciones a los valores medios en la serie de tiempo, las tormentas tropicales y los huracanes, así como las temperaturas máximas con valores arriba de los 40° C. La prueba de Pettit permitió identificar que en el año 2000 se presentó un cambio en los elementos del clima a lo largo de las series de tiempo. En todo el periodo analizado se registraron 42 tormentas tropicales, 59 huracanes y 84 eventos con temperaturas superiores a los 40° C. La precipitación máxima registrada por mes corresponde a 520 mm y el valor más alto anual de precipitación fue de 697.8 mm. La temperatura máxima mensual alcanzada fue de 43.62°C. Estos eventos extremos del clima deben ser tomados en cuenta por los tomadores de decisiones a nivel regional o local para evitar riesgos de inundaciones, golpes de calor, enfermedades gastrointestinales, entre otros.

### Abstract:

The effects of climate change are becoming more noticeable at the global, regional, and local levels. Mexico is no exception. The city of Mérida, Yucatán, due to its geographical location, suffers effects such as hurricanes and tropical storms in the rainy season, while in the dry season it suffers from high temperatures, above 40°C.

The objective of this study was to identify the magnitude and timing of monthly rainfall and maximum extreme temperatures in the city of Mérida, Yucatán, Mexico during 60 consecutive years (1960-2020). Information provided by the meteorological station of the Mérida Observatory of the National Water Commission (CONAGUA) was used; the database was analyzed with the Clic MD software (Analysis of climate change with monthly data). The magnitude and timing of monthly extreme weather events were identified with deviations from the mean values in the time series, tropical storms and hurricanes, as well as maximum temperatures with values above 40° C.

The Pettit test allowed us to identify that in the year 2000 there was a change in the climate elements throughout the time series. Throughout the analyzed period, 42 tropical storms, 59 hurricanes and 84 events with temperatures above 40° C were recorded.

The maximum rainfall recorded per month corresponds to 520 mm and the highest annual rainfall value was 697.8 mm. The maximum monthly temperature reached was 43.62°C. These extreme weather events must be considered by decision makers at the regional or local level to avoid risks of flooding, heat stroke, gastrointestinal diseases, among others.

\*Correo electrónico: aandrade@ciga.unam.mx

### 1.3. Gradiente térmico en Bahía de La Paz y la zona oceánica adyacente. Perspectiva de un potencial energético

**Maclovio Obeso-Nieblas <sup>1\*</sup>, Juan Heberto Gaviño-Rodríguez <sup>2</sup> y Ángel Rafael Jiménez-Illescas <sup>1</sup>**

1. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Instituto Politécnico Nacional;  
2. Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

#### Resumen:

La energía marina podría convertirse en un aspecto esencial para que el mundo pueda garantizar que el 100 % de la generación se realice con recursos renovables en el futuro. El Gradiente Térmico, es una tecnología de energía renovable que utiliza la diferencia de temperatura en los océanos para producir electricidad limpia y confiable, día y noche, durante todo el año. El calor de la superficie cálida del océano y el frío del océano profundo impulsan un ciclo de Rankine, que produce electricidad, esto tiene el potencial de convertirse en una de las principales fuentes de energía renovable. Este sistema podría cubrir las necesidades energéticas de todo el mundo y ofrecer otras aplicaciones. El calor oceánico podría, además utilizarse para producir agua desalada, sistemas de aire acondicionado, desarrollar granjas agrícolas y piscifactorías, extraer minerales o luchar contra el cambio climático. La conversión de energía térmica del océano es constante y permanente, a diferencia de otras energías renovables, como la eólica o la fotovoltaica. Estas instalaciones se basan en la diferencia de temperatura, de al menos 20 grados centígrados, entre la superficie y el fondo de los océanos. Las diferencias de temperatura calculados en el muestreo de verano de 2018 (septiembre), nos muestra que es factible localizar al menos una zona dentro de la Bahía de La Paz, donde se obtenga un valor de 20 °C entre la superficie y el fondo. Esta zona se ubica en la estación 14 en la Cuenca Alfonso, la región más profunda de la bahía. En la zona oceánica adyacente muestreada (estación 6) se registró una diferencia de temperatura de 22.45 °C entre la superficie y la profundidad de 537 m, mientras que en la estación 7 a los 511 m de profundidad la diferencia de temperatura con la superficie fue de 22.56 °C.

#### Abstract:

Marine energy could become an essential aspect for the world to ensure that 100% of generation is done with renewable resources in the future. Thermal Gradient is a renewable energy technology that uses the difference in temperature in the oceans to produce clean and reliable electricity, day and night, throughout the year. The heat from the warm surface of the ocean and the cold from the deep ocean drive a Rankine cycle, which produces electricity, this has the potential to become one of the main sources of renewable energy. This system could cover the energy needs of the whole world and offer other applications. Ocean heat could also be used to produce desalinated water, air conditioning systems, develop agricultural farms and fish farms, extract minerals or fight climate change. The conversion of thermal energy from the ocean is constant and permanent, unlike other renewable energies, such as wind or photovoltaic. These facilities are based on the difference in temperature, of at least 20 degrees Celsius, between the surface and the bottom of the oceans. The temperature differences calculated in the summer sampling of 2018 (September), show us that it is feasible to locate at least one area within the Bay of La Paz, where a value of 20 °C is obtained between the surface and the bottom. This area is located at station 14 in the Alfonso Basin, the deepest region of the bay. In the adjacent oceanic area sampled (station 6) a temperature difference of 22.45 °C was recorded between the surface and the depth of 537 m, while at station 7 at 511 m depth the temperature difference with the surface was of 22.56 °C.

\*Correo electrónico: [mniebla@ipn.mx](mailto:mniebla@ipn.mx)



## 2. Bienestar, equidad y salud pública / Wellness, equity and public health



XXIV Congreso SELPER México  
Geomática para el  
desarrollo sostenible  
VIRTUAL

## 2.1. Análisis espacial de la unidad productiva ejidal en la Zona Maya de Quintana Roo, como elemento de la vulnerabilidad socioeconómica de los hogares rurales 1978-2015

Oscar I. Reyes <sup>1\*</sup>, Lorenzo Reyes <sup>2</sup> y Miguel Á. Barrera <sup>3</sup>

1. Universidad Autónoma Metropolitana;
2. Universidad Autónoma Chapingo;
3. Universidad de Quintana Roo

### Resumen:

Los cambios en la estructura productiva y social del sector rural mexicano, han tenido repercusiones a diferentes escalas. Si bien, la pérdida de superficie cultivable por el crecimiento de la mancha urbana es una constante, existen casos en los que no solo se ha mantenido la superficie agrícola, sino que se ha incrementado. Tal es el caso de los ejidos de la Zona Maya de Quintana Roo, en donde la atomización de la tierra en pequeña propiedad o la urbanización de lo rural, no ha sido un determinante para la pérdida de capacidades productivas de los hogares rurales. La presente investigación tiene como objetivo demostrar que en los ejidos de los municipios de José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto (Zona Maya), el factor productivo tierra no es una limitante del desarrollo rural, para ello, se realizó medición de los cambios de cobertura vegetal mediante el análisis de los usos de suelo para Quintana Roo y el cálculo de los índices de cambio y participación para poder diferenciar los efectos estatales, sectoriales y del sector en la región. Los resultados de la medición, descartan empíricamente los postulados teóricos de la nueva ruralidad sobre la desposesión de superficie parcelada y al mismo tiempo hace evidente un sistema productivo extensivo en tierra y mano de obra.

### Abstract:

Changes in the productive and social structure of the Mexican rural sector have had repercussions at different scales. Although the loss of arable land due to the growth of the urban sprawl is a constant, there are cases in which not only has the agricultural land been maintained, but it has also increased. Such is the case of the ejidos of the Maya Zone of Quintana Roo, where the atomization of the land in small properties or the urbanization of the rural has not been a determinant for the loss of productive capacities of rural households. The objective of this research is to demonstrate that in the ejidos of the municipalities of José María Morelos and Felipe Carrillo Puerto (Maya Zone), the land productive factor is not a limitation of rural development, for this, measurements of the changes in coverage were made. through the analysis of land uses for Quintana Roo and the calculation of the rates of change and participation to differentiate the state, sectoral and sectoral effects in the region. The results of the measurement empirically discard the theoretical postulates of the new rurality on the dispossession of parceled land and at the same time it makes evident an extensive productive system in land and labor.

\*Correo electrónico: oscar.ivanreyes@hotmail.com

## 2.2. Distribución de arañas de importancia médica del género *Loxosceles Spp* en la frontera norte de México y sur de EEUU

**María E. Torres Olave <sup>1\*</sup>, Arturo Carrillo Reyes <sup>2</sup>, Víctor M. Salas Aguilar <sup>1</sup>, Hugo L. Rojas Villalobos <sup>1</sup>, Luis C. Bravo Peña <sup>1</sup>, Luis C. Alatorre Cejudo <sup>1</sup>, Tamara M. Rioja Paradela <sup>2</sup>, Eduardo E. Espinoza Medinilla <sup>2</sup> y Carlos A. Ochoa Ortiz <sup>3</sup>**

1. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Unidad Multidisciplinaria de la UACJ, Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua;

2. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México;

3. Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chih., México

### Resumen:

Las arañas del género *Loxosceles Spp.* producen cuadro sintomático llamado, loxoscelismo que puede producir la muerte. Su distribución está determinada por temperatura, lluvia, barreras geográficas, humedad, topografía, etc; estos son factores determinantes para la distribución de estos arácnidos y pueden influir en la prevalencia de estas arañas en asentamientos humanos. El objetivo de este trabajo fue estimar la distribución del género *Loxosceles Spp.* para la franja fronteriza entre México y EEUU. El modelado de nicho ecológico se hizo con el programa MaxEnt empleando las variables bioclimáticas (WorldClim) derivadas de los valores mensuales de temperatura y precipitación para generar variables biológicamente significativas. La cartografía resultante evidenció áreas adecuadas para la presencia de *Loxosceles Spp.* Los modelos para *Loxosceles apachea* y *Loxosceles arizonica* no fueron eficientes (*L. apachea* con un AUC de 0.5701 y un AUCp de .5193 y *L. arizonica* con un AUC de 0.78 y un AUCp de 0.6320) para las especies *Loxosceles blanda*, *Loxosceles deserta* y *Loxosceles devia* fueron altamente predictivos sobre la base de subconjuntos aleatorios. Se sugiere que este tipo de investigaciones sean consideradas como información base que nutrirá el sistema de vigilancia epidemiológica en el país, con énfasis en los estados de la república, donde el mapa de idoneidad tenga los valores más altos o bien donde se presentan subregistros de presencia de estos arácnidos.

### Abstract:

Spiders of the genus *Loxosceles Spp.* produce a symptomatic picture called loxoscelism that can cause death. Its distribution is determined by temperature, rainfall, geographical barriers, humidity, topography, etc; These are determining factors for the distribution of these arachnids and can influence the prevalence of these spiders in human settlements. The objective of this work was to estimate the distribution of the genus *Loxosceles Spp.* for the border strip between Mexico and the USA. Ecological niche modeling was done with the MaxEnt program using bioclimatic variables (WorldClim) derived from monthly values of temperature and precipitation to generate biologically significant variables. The resulting cartography showed suitable areas for the presence of *Loxosceles Spp.* The models for *Loxosceles apachea* and *Loxosceles arizonica* were not efficient (*L. apachea* with an AUC of 0.5701 and an AUCp of .5193 and *L. arizonica* with an AUC of 0.78 and an AUCp of 0.6320) for the species *Loxosceles blanda*, *Loxosceles deserta* and *Loxosceles devia* were highly predictive based on random subsets. It is suggested that this type of research be considered as basic information that will nourish the epidemiological surveillance system in the country, with emphasis on the states, where the suitability map has the highest values or where there are sub-records of presence of these arachnids.

\*Correo electrónico: elena.torres@uacj.mx

## 2.3. Pobreza digital frente a la enseñanza remota de emergencia durante la pandemia: El caso de Baja California

**Tracy Díaz Hernández\* y Judith Ley García**

Universidad Autónoma de Baja California

---

### Resumen:

A partir de la pandemia de COVID-19, el proceso educativo transitó a la modalidad virtual, demandando la disponibilidad de recursos tecnológicos y servicio de internet en las viviendas de los estudiantes para poder continuar con sus estudios. No obstante, algunos hogares carecen de tales recursos lo que promueve el rezago y exclusión escolares. El objetivo de este trabajo es analizar la pobreza digital en el estado de Baja California mediante la observación de un conjunto de carencias en las localidades de los cinco municipios que lo integran. Para ello, se construyó un Índice de Pobreza Digital que incluye siete carencias digitales en las viviendas. Esto permitió identificar las localidades donde se presenta una mayor precariedad de recursos básicos para atender la enseñanza remota de emergencia como una oportunidad, en materia de política pública, para reducir la brecha digital.

### Abstract:

Since the covid 19 pandemic the educative process moved to virtual modality, because of those students needed technologic resources and a good internet service in their homes to be able to continue school. Nevertheless, some houses do not have those resources what causes the lag and exclusion of some students. This work main objective is to analyze the digital poverty in the state of Baja California Mexico by the observation of a group of Deficiencies in the locations of the five towns that integrate Baja California. For that a Digital Poverty Index was constructed that includes seven digital deprivations in housing. This made it possible to identify the localities where there is a greater precariousness of basic resources to attend to emergency remote education as an opportunity, in terms of public policy, to reduce the digital divide.

\*Correo electrónico: [tracy.diaz@uabc.edu.mx](mailto:tracy.diaz@uabc.edu.mx)

## 2.4. Una aproximación a la calidad de vida intra-urbana

**Judith Ley\* y Fabiola Denegri**

Universidad Autónoma de Baja California

---

### Resumen:

La calidad de vida de las personas guarda una estrecha relación con las condiciones del espacio que habitan. De ahí, que la comprensión del bienestar en la ciudad requiera de la observación de aspectos materiales e inmateriales, objetivos y subjetivos, que sustentan la vida cotidiana de los habitantes. En este sentido, con la finalidad de generar conocimiento sobre la calidad de vida en la ciudad de Mexicali, Baja California, en este trabajo se calculó el Índice de Calidad de Vida Urbana a nivel manzana, mediante la integración de dieciséis indicadores objetivos sobre aspectos ambientales y socio-económicos. A partir de este ejercicio se pudieron identificar aspectos y zonas que deben ser mejorados para la construcción de una ciudad más equitativa.

### Abstract:

Urban quality of life is closely related to the conditions of the inhabited space, with its habitability. Therefore, the understanding of well-being in the city requires the observation of material and immaterial, objective, and subjective aspects that sustain the daily life of the inhabitants. In this sense, to generate knowledge about the quality of life in the city of Mexicali, Baja California, in this paper the Urban Quality of Life Index was calculated at the block level, by integrating sixteen objective indicators on environmental and socio-economic issues. From this exercise, it was possible to identify aspects and areas that must be improved for the construction of a more equitable city.

\*Correo electrónico: [jley@uabc.edu.mx](mailto:jley@uabc.edu.mx)

## 2.5. Geotecnologías aplicadas al estudio de la asociación de áreas verdes públicas y el grado de marginación social

**Michelle Farfán <sup>1\*</sup>, Ayesa Martínez <sup>2</sup>, Alejandro Flamenco <sup>1</sup>, Andrew Boni <sup>1</sup> y Leticia Sánchez <sup>1</sup>**

1. Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato

2. Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM, Unidad Mérida

### Resumen:

La información geoespacial y el manejo de las Geotecnologías aplicadas al estudio de la infraestructura verde presente en ciudades medias, son las bases del presente trabajo. El estudio examina la distribución de áreas verdes públicas (AVP) en las ciudades de León y Querétaro. Para ello, se construyó el índice de marginación social a nivel de manzana empleando los datos del censo de INEGI 2020 y se delimitaron los espacios verdes urbanos. A partir de herramientas geomáticas se analiza la accesibilidad de la población a las AVP. Los resultados indican que en la zona urbana de Querétaro, el 67% de la población se encuentra en un nivel muy bajo de marginación social, en contraste con el 1% de la población que está en un nivel alto y muy alto de marginación. Por otra parte, la ciudad de León presenta una mayor cantidad de población en condiciones alta y muy alta de marginación social, con el 5%, mientras solo el 29% de la población está en condiciones de muy baja marginación social. La accesibilidad a las AVP de la población en ambas ciudades es baja, con cerca de una cuarta parte de la población que habita a menos de 300 m de un AVP. Para ambas ciudades dicha población vive en condiciones de baja a muy baja marginación social. Si la concepción de justicia ambiental parte de una distribución equitativa de bienes y servicios, la falta de espacios verdes públicos urbanos, en combinación de una condición precaria de las condiciones de vida de la población, para la ciudad de León seguida de la ciudad de Querétaro debe ser interpretada como una expresión de injusticia ambiental. Revelar y comunicar estas desigualdades puede impulsar mejores procesos de planificación urbana para alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030.

### Abstract:

The bases of the present work are Geospatial information and the management of Geotechnologies applied to the study of the green infrastructure present in medium-sized cities. The study examines the distribution of public green areas (AVP) in the cities of León and Querétaro. The social marginalization index was constructed at a block level using the data from the INEGI 2020 census and the urban green spaces were delimited. The accessibility of the population to the AVP is analyzed using geomatic tools. The results indicate that in the urban area of Querétaro, 67% of the population is in a very low level of social marginalization, in contrast to 1% of the population that is in a high and very high level of marginalization. On the other hand, the city of León presents a greater amount of population in high and very high conditions of social marginalization, with 5%, while only 29% of the population is in conditions of very low social marginalization. Accessibility to AVP for the population in both cities is low, with about a quarter of the population living within 300 m of a AVP. For both cities, this part of the population lives in conditions of low to very low social marginalization. If the conception of environmental justice starts from an equitable distribution of goods and services, the lack of urban public green spaces, in combination with a precarious condition of the population's living conditions, for the city of León followed by the city of Querétaro should be interpreted as an expression of environmental injustice. Revealing and communicating these inequalities can drive better urban planning processes to achieve the 2030 Sustainable Development Goals.

\*Correo electrónico: michelle.farfán@ugto.mx

## 2.6. Mapeo de la accesibilidad de áreas verdes urbanas para la Zona Metropolitana de Monterrey, México

**Roberto E. Huerta\* y Fabiola D. Yépez Rincón**

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

### Resumen:

Las áreas verdes urbanas (AVU) representan un pilar en la sostenibilidad de las ciudades al brindar una gran variedad de bondades al ambiente. Proveen beneficios al ecosistema, como la purificación del aire, y captación de agua de lluvias; hasta aquellos que favorecen directamente a la población, como la provisión de espacios para el esparcimiento, la recreación y el deporte, así como el incremento en la plusvalía de hogares y ahorros energéticos. Por lo anterior, entidades como las Naciones Unidas han tenido consideración de las AVU en marcos para el establecimiento de un desarrollo sostenible, como se demuestra en el objetivo 11.7 de la Agenda 2030, con el cual se busca proporcionar acceso universal a AVU y espacios públicos. Con el fin de evaluar el cumplimiento de dicho objetivo para la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), México, se determinó la densidad de AVU por manzana para la ZMM y se elaboró un mapa de accesibilidad a través de un análisis de red. Los resultados del mapeo mostraron una densidad promedio de AVU de 0.46 presente en 11,729 ha distribuidas en 5,044 manzanas y una ausencia de AVU en 61,943 ha que correspondieron a 54,305 manzanas. Al momento de la investigación, el análisis de red se encontraba en proceso de corrección topológica. A través de este tipo de análisis es posible conocer la situación en que se encuentran las AVU, y conocer el impacto que pueden llegar a tener en las poblaciones de las ciudades, con lo que este tipo de estudio da la pauta para mejorar la gestión de estos elementos urbanos y lograr la provisión de su acceso de forma universal.

### Abstract:

Urban green areas (AVU) represent a pillar in the sustainability of cities by providing a wide variety of benefits to the environment. They provide benefits to the ecosystem, such as air purification and rainwater harvesting; to those that directly favor the population, such as the provision of spaces for leisure, recreation, and sports, as well as the increase in the surplus value of homes and energy savings. Due to the above, entities such as the United Nations have considered AVUs in frameworks for the establishment of sustainable development, as demonstrated in objective 11.7 of the 2030 Agenda, which seeks to provide universal access to AVUs and public spaces.

To evaluate the fulfillment of said objective for the Metropolitan Zone of Monterrey (ZMM), Mexico, the AVU density per block for the ZMM was determined and an accessibility map was elaborated through a network analysis. The results of the mapping showed an average density of AVU of 0.46 present in 11,729 ha distributed in 5,044 blocks and an absence of AVU in 61,943 ha that corresponded to 54,305 blocks. At the time of the investigation, the network analysis was in the process of topological correction. Through this type of analysis, it is possible to know the situation in which the AVUs find themselves, and to know the impact that they can have on the populations of the cities, with which this type of study gives the guideline to improve the management of these urban elements and achieve universal access provision.

\*Correo electrónico: rohg@live.com.mx



### **3. Biodiversidad, Cobertura y uso de suelo/** Biodiversity, Land Cover and Land Use



XXIV Congreso SELPER México  
Geomática para el  
desarrollo sostenible  
VIRTUAL

### 3.1. Aplicación de algoritmos de inteligencia artificial para la moderación de la distribución potencial de agaves utilizados en la industria mezcalera

**Jonathan G. Escobar Flores \* y Sarahi Sandoval**

Instituto Politécnico Nacional

#### Resumen:

En este estudio se compararon seis algoritmos que tienen la capacidad de predecir la distribución potencial de agaves en el Estado de Durango a partir de 450 registros de presencia georeferenciados en campo y 22 variables ambientales obtenidas de World Clim y modelos digitales de elevación. El objetivo fue ayudar a los productores a localizar sitios óptimos para el repoblamiento de agaves mezcaleros. Se encontraron que los algoritmos de Máquina de Soporte Vectorial y red neuronal de retropropagación fueron los mejores en la predicción del hábitat idóneo de los agaves (AUC = 0.92 y AUC = 0.94) mientras que algoritmos como MaxEnt y BioClim sobreestimaron la distribución potencial. Las variables con mayor porcentaje de contribución fueron: Precipitación del mes más seco, el cuarto del mes más calido y la elevación. Esta información contribuirá a que los productores tengan más criterios para la selección de sitios para el repoblamiento o siembra de agaves mezcaleros que pueden ser aprovechados. Se recomienda que estos modelos se utilicen en los análisis multicriterio para el establecimiento de Unidades de Gestión ambiental y políticas de uso dentro de los Ordenamientos Territoriales de la región.

#### Abstract:

In this study, six algorithms that can predict the potential distribution of agaves in the State of Durango were compared, considering 450 georeferenced presence records in the field and 22 environmental variables obtained from World Clim and digital elevation models. The objective was to help producers by locating optimal sites for the repopulation of mezcal agaves. It was found that the Support Vector Machine and backpropagation neural network algorithms were the best in predicting the ideal habitat of agaves (AUC = 0.92 and AUC = 0.94), while algorithms such as MaxEnt and BioClim overestimated the potential distribution. The variables with the highest percentage of contribution were precipitation of the driest month, the quarter of the warmest month and elevation. This information will help producers to have more criteria for the selection of sites for the repopulation or planting of mezcal agaves that can be used. It is recommended that these models be used in multi-criteria analysis for the establishment of Environmental Management Units and use policies within the Territorial Ordering of the region.

Correo electrónico: [jescobarf@ipn.mx](mailto:jescobarf@ipn.mx)

### 3.2. Una estrategia basada en Big Data e imágenes SAR para el monitoreo de los cultivos de arroz (*Oryza sativa*). Cuenca de la Laguna Merín - Uruguay

**Giancarlo F. Alciaturi<sup>1\*</sup>, María D. García-Rodríguez<sup>1</sup> y Virginia M. Fernández<sup>2</sup>**

1. Universidad Complutense de Madrid;

2. Universidad de La República

#### Resumen:

La Cuenca de la Laguna Merín es una unidad ambiental que se caracteriza por la presencia de humedales, forestaciones, una marcada actividad turística en temporada alta (verano del hemisferio sur) y la agricultura. Dentro de esta última, destacan los cultivos de arroz como un rubro cuya importancia trasciende los planos alimentario mundial y económico local. En este contexto y mediante el empleo de imágenes satelitales, la identificación sistemática de estos cultivos conlleva superar los desafíos que conciernen a su marcada dinámica fenológica y a la recurrente cobertura nubosa del área de estudio. Como parte del trabajo de una tesis doctoral del Programa de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid, se pretendió desarrollar una estrategia concebida en el empleo de imágenes Sentinel 1 (S1) y estrategias de Big Data, para identificar los cultivos en cuestión dentro las zafas que tuvieron lugar entre los años 2016 – 2021. A grandes rasgos y dentro de los avances de esta investigación, la metodología ha implicado el reconocimiento de campo y el empleo de la plataforma Google Earth Engine (GEE) para la conformación de la base de datos en la nube, la clasificación supervisada y la validación de la cartografía. A la luz de los resultados preliminares, se cuenta con una óptima discriminación de la cobertura de interés e igualmente, son remarcables los beneficios del Big Data para la solución de fenómenos con una compleja dinámica espacio temporal. Se reconoce que el libre acceso a herramientas como GEE, supone la optimización en cuanto a los tiempos de búsqueda y procesamiento de algunos recursos adquiridos mediante sensores remotos.

#### Abstract:

The Laguna Merín Basin is an environmental unit characterized by the presence of wetlands, afforestation, a marked tourist activity in high season (summer in the southern hemisphere) and agriculture. Within the latter, rice crops stand out as an item whose importance transcends the global food and local economic plans. In this context and using satellite images, the systematic identification of these crops entails overcoming the challenges that largely concern phenological dynamics and the recurring cloud cover of the study area. As part of the work of a doctoral thesis of the Geography Program of the Complutense University of Madrid, it was intended to develop a strategy conceived in the use of Sentinel 1 (S1) images and Big Data strategies, to identify the crops in question within the harvests that took place between the years 2016 – 2021. Broadly speaking, and within the progress of this research, the methodology has involved field reconnaissance and the use of the Google Earth Engine (GEE) platform for the creation of the database in the cloud, supervised classification, and mapping validation. With the preliminary results, there is an optimal discrimination of the coverage of interest and likewise, the benefits of Big Data for the solution of phenomena with complex space-time dynamics are remarkable. It is recognized that free access to tools such as GEE implies optimization in terms of search and processing times of some resources acquired through remote sensors.

\*Correo electrónico: galciatu@ucm.es

### 3.3. Potencial de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en bosques y selvas de la región VI, Ixtapan de la Sal, Estado de México

**Alfonso Flores A.\*, Clarita Rodríguez S., Dolores Magaña L. y Víctor Ávila A.**

Universidad Autónoma del Estado de México

#### Resumen:

La identificación de la presencia de los servicios ecosistémicos (SE) así como de su distribución espacial permiten generar políticas públicas encaminadas al manejo sustentable de los beneficios que de ellos recibimos. Los cambios de uso de suelo son el principal problema para la conservación y continuidad de la capacidad de producción de los SE, diversos estudios estiman que entre un 65% y 75% de la superficie terrestre ha sufrido alteraciones considerables acelerando el deterioro de la calidad de vida de personas que de ellos dependen. El objetivo general de esta investigación fue, analizar la capacidad de producción del servicio ecosistémico almacenamiento de carbono en la temporalidad 2008-2015. Como método para la obtención de la cubierta vegetal de usaron imágenes Sentinel 2, procesadas en el software QGis, para la determinación de la cubierta vegetal se llevó a cabo una supervisión clasificada mediante el plugin Semi-Automatic Classification, para después hacer un cruce con las estimaciones de almacenamiento de los diferentes tipos de cubiertas y así determinar la capacidad de almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Como resultados se obtuvo que capacidad de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en los bosques y selvas de esta región mediante el uso de imágenes satelitales Sentinel 2, en una serie de tiempo que arroja 2008 -2015 un aumento un total 429,935 toneladas almacenadas, que se atribuyen a las jornadas de reforestación en la zona del Nevado de Toluca, así como los cambios de actividades económicas en áreas de la zona sur de la región en donde la selva baja caducifolia se regeneró.

#### Abstract:

The identification of the presence of ecosystem services (SE) as well as their spatial distribution allow the generation of public policies aimed at the sustainable management of the benefits that we receive from them. Changes in land use are the main problem for the conservation and continuity of the production capacity of ES, various studies estimate that between 65% and 75% of the land surface has suffered considerable alterations, accelerating the deterioration of the quality of lives of people who depend on them. The general objective of this research was to analyze the production capacity of the carbon storage ecosystem service in the period 2008-2015. Sentinel 2 images were used, processed in the QGis software and a classified supervision was carried out using the Semi-Automatic from QGis software as a method for the determination of the vegetation cover, then a cross was made with the storage estimates of the different types of covers and thus determine the storage capacity of CO<sub>2</sub>. As a result, the storage capacity of CO<sub>2</sub> in the forests and jungles of this region was obtained using Sentinel 2 satellite images, in a time series that showed a total increase of 429,935 tons stored between 2008 and 2015, which are attributed to the reforestation days in the Nevado de Toluca area, as well as changes in economic activities in areas of the southern part of the region where the low deciduous forest has regenerated.

\*Correo electrónico: lg.alfonsoarteaga@gmail.com

### 3.4. Número de observaciones sin nubes del acervo Sentinel-2 sobre las ecorregiones mexicanas entre 2015 y 2020

**Jonathan V. Solórzano<sup>1</sup>, Jean François Mas<sup>2\*</sup>, Yan Gao<sup>2</sup> y J. Alberto Gallardo Cruz<sup>3</sup>**

1. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental – Universidad Nacional Autónoma de México;

2. Laboratorio de Análisis Espacial, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental – Universidad Nacional Autónoma de México;

3. Centro Transdisciplinario Universitario para la Sustentabilidad, Universidad Iberoamericana

#### Resumen:

Hoy en día, las imágenes Sentinel-2 son uno de los acervos multiespectrales y gratuitos de mayor resolución temporal, espectral y espacial para monitorear la superficie terrestre. La posibilidad de utilizar las imágenes Sentinel-2 para realizar distintos estudios de la superficie terrestre está condicionada por el número de observaciones sin nubes disponibles para una ventana espacio-temporal determinada; sin embargo, raras veces se conoce esta información. Por ello, este trabajo tuvo el objetivo de analizar el número de observaciones de la colección Sentinel-2 disponibles para la superficie terrestre mexicana a nivel de píxel durante el periodo 2015 - 2020. Debido a que el país cuenta con una diversidad amplia de condiciones ambientales y climatológicas, se dividió al país en siete ecorregiones. Para cada ecorregión se evaluó el promedio mensual de las observaciones por píxel, así como la proporción de su superficie con por lo menos, una observación despejada en intervalos mensuales, bimestrales, trimestrales y anuales. El procesamiento de la colección de imágenes Sentinel-2 nivel 1C se realizó en Google Earth Engine. Los resultados mostraron que el número de observaciones válidas por píxel se encontraron entre cero y 121 observaciones al año y entre cero y siete al mes. Adicionalmente, se observó que en el periodo 2017-2020 se pueden obtener observaciones para cualquier ecorregión en ventanas anuales, mientras que en el periodo 2018-2020, dependiendo de la ecorregión, se pueden obtener observaciones en intervalos mensuales o trimestrales. Esta evaluación mostró las capacidades reales del acervo de imágenes Sentinel-2 1C para estudiar a las diferentes ecorregiones del país, así como los periodos donde resulta más factible construir mosaicos sin nubes. Los resultados de este trabajo serán de gran utilidad para futuros usuarios interesados en utilizar este acervo de imágenes para estudiar la cobertura terrestre y su dinámica en México.

#### Abstract:

Nowadays, the Sentinel-2 mission consists of the multispectral image collection with highest spectral, temporal, and spatial resolution available to freely monitor the land surface. Thus, it is quickly becoming one of the most used image collections for diverse applications. Nevertheless, the possibility to use these images to study different land cover phenomena is conditioned by the number of cloudless observations available for a particular spatial-temporal window, information which is frequently unknown. In this context, the objective of this study was to analyze the number of cloudless observations in the Sentinel-2 collection that cover Mexico's land surface from 2015 to 2020. Since Mexico host very heterogeneous climatological and environmental conditions, the national extension was divided in seven ecoregions: Mediterranean California, North American Deserts, Meridional Semiarid Elevations, Great Plains, Tropical Humid Forests, Tropical Dry Forests and Template Mountain Range. For each ecoregion the number of cloudless observations by pixel was calculated in monthly and annual intervals, as well as the period with the highest average number of observations. The processing of the Sentinel-2 image collection was done in the Google Earth Engine Javascript API. The results show that the number of cloudless observations by pixel range from 0 to 133 annually, while monthly, from zero to seven. Additionally, 2015 was the only year where large areas of the country did not show any observations. In turn, in the 2017 – 2020 period 95 % of Mexico's land surface had at least an observation per year, while in the 2018 – 2020, the period when the mission accomplished its full capacity, at least one observation was available for 95 % of the surface of each ecoregion in monthly composites. This study showed the real capabilities of using the Sentinel-2 image collection to study the land surface of Mexico and also the periods where a cloudless mosaic can be easier to construct for each ecoregion were identified. The results of this study will be useful for future users interested in using Sentinel-2 images to study Mexico's land surface and its changes.

\*Correo electrónico: jfmas@ciga.unam.mx

### 3.5. Cambio de la cobertura vegetal y variabilidad climática en la Subcuenca del Río Huacapa, Guerrero, México

**Melissa Pavón-Méndez <sup>1</sup>, G. Rebeca Granados-Ramírez <sup>2</sup> y Alma Villaseñor-Franco <sup>1\*</sup>**

1. Universidad Autónoma de Guerrero;

2. Instituto de Geografía UNAM

#### Resumen:

En el año 2015 la ONU elaboró la agenda 2030 en la cual estableció los objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) con el propósito de mejorar la vida en el planeta; el objetivo número 13 “Acción por el clima” se enfoca en el combate al cambio climático, ya que éste afecta a todos los países de todos los continentes y altera la economía y los ecosistemas. Es por esta razón que se deben priorizar estudios y proyectos que permitan analizar las causas del cambio climático y proponer estrategias. A nivel mundial, la cobertura vegetal se ha degradado por diversas causas entre otras, las actividades humanas que han contribuido con la variación del clima por lo que es fundamental analizar y monitorear la magnitud de estos cambios. El objetivo de este trabajo fue determinar el cambio y estado en la cobertura vegetal en la subcuenca del río Huacapa, en el municipio de Chilpancingo de los Bravo estado de Guerrero, y correlacionarlo con la variabilidad climática para el período 2000-2021, mediante el análisis de imágenes satelitales Landsat 8 y la aplicación del índice NDVI. Para la interpretación de los datos se utilizó el software ArcMap, con Dinámica Ego se realizó álgebra de mapas y con Excel se interpretaron los datos. Los resultados permitieron correlacionar el cambio de la cobertura vegetal con la variabilidad climática en el período de estudio; con ello se identificaron las zonas críticas de cambio. El trabajo sugiere estrategias que coadyuven a mitigar estos cambios a nivel subcuenca y a contribuir con los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

#### Abstract:

In 2015, the UN developed the 2030 agenda that establishes the Sustainable Development Goals (SDG) with the purpose of improving life on the planet; Objective number 13 “Climate Action” focuses on combating climate change, since it affects all countries on all continents and alters the economy and ecosystems. For this reason, studies and projects should be prioritized to analyze the causes of climate change and propose strategies. Worldwide, vegetation cover has been degraded for various reasons, among others, human activities that have contributed to climate variation, so it is essential to analyze and monitor the magnitude of these changes. The objective of this work was to determine the change and state of the vegetation cover in the Huacapa River sub-basin, in the municipality of Chilpancingo de los Bravo, state of Guerrero, and to correlate it with climate variability for the period 2000-2021, through the analysis of Landsat 8 satellite images and the application of the NDVI index. ArcMap software was used to interpret the data, map algebra was performed with Ego Dynamics, and data was interpreted with Excel. The results allowed us to correlate the change in vegetation cover with climatic variability in the study period, identifying critical areas of change. The work suggests strategies that help mitigate these changes at the sub-basin level and contribute to the Sustainable Development Goals.

\*Correo electrónico: [almafranco@uagro.mx](mailto:almafranco@uagro.mx)

### 3.6. Valor ambiental-paisajístico del traspatio forestal en el centro de la ciudad de Jiquilpan de Juárez, Michoacán, México

**Carlos A. León**

Universidad Nacional Autónoma de México

#### Resumen:

Jiquilpan de Juárez es una población urbana enclavada en el occidente michoacano. De la mano del Gral. Cárdenas, esta ciudad, asentada en las proximidades del Lago de Chapala y sobre laderas pedregosas y desérticas, se benefició de un programa de embellecimiento urbano que incluyó un extenso programa de forestación y reforestación de espacios públicos. Además de calles, avenidas, plazas y jardines, la plantación de árboles frutales y de ornato, la iniciativa fue acogida culturalmente por los jiquilpanenses, al grado de ser implementada al frente de sus fachadas y jardines interiores. La forestación de los traspatios al interior de las casas del centro y periferias de la ciudad son un testimonio de este conocimiento heredado. El presente trabajo tuvo a bien, como primer objetivo, generar un mapa con los traspatios forestales ubicados dentro del perímetro del primer cuadro de la ciudad. Para ello, se generó una ortofoto de alta calidad con 2810 fotografías, capturadas todas ellas con un dron "Phantom 3 Profesional" -equipado con una cámara 4K/30fps, 1080p/60fps de 12 Megapíxeles- a una altitud de 1645 m.s.n.m. Una vez cartografiados los remanentes forestales, se procedió a medir el tamaño y forma del fragmento, la superficie forestal por vivienda, manzana y cuadrante urbano. El valor ambiental y paisajístico de los traspatios cartografiados estuvo en función de la riqueza y la densidad vegetal exhibida. Los primeros resultados indican que el valor ambiental y paisajístico que representa hoy en día la superficie boscosa de los traspatios en el centro de Jiquilpan es, hasta un 41% muy similar, al exhibido por el Bosque Cuauhtémoc de esta ciudad.

#### Abstract:

Jiquilpan de Juárez is an urban population nestled in western Michoacan. Thanks to General Cárdenas, this city, located in the vicinity of Lake Chapala and on rocky and desert slopes, benefited from an urban beautification program that included an extensive program of afforestation and reforestation of public spaces. The initiative was culturally welcomed by the jiquilpanenses, to the extent of being implemented in front of their facades and interior gardens.

In addition to streets, avenues, squares and gardens, the planting of fruit and ornamental trees, the afforestation of the backyards inside the houses in the center and outskirts of the city are a testimony of this inherited knowledge. The present work had as its first objective, to generate a map with the forest backyards located within the perimeter of the first square of the city. To do this, a high-quality orthophoto was generated with 2,810 photographs, all of them captured with a "Phantom 3 Professional" drone -equipped with a 4K/30fps, 1080p/60fps 12 Megapixel camera- at an altitude of 1,645 masl. Once the forest remnants were mapped, we proceeded to measure the size and shape of the fragment, the forest area per dwelling, block, and urban quadrant. The environmental and landscape value of the mapped backyards was a function of the richness and plant density exhibited. The first results indicate that the environmental and landscape value represented today by the wooded surface of the backyards in the center of Jiquilpan is, up to 41%, very similar to that exhibited by the Cuauhtémoc Forest of this city.

\*Correo electrónico: acarlisky@yahoo.com.mx

### 3.7. Caracterización de series de tiempo de NDVI en bosques mexicanos vía análisis funcional de datos aplicado a imágenes de satélite

Inder Tecuapetla-Gómez <sup>1,2\*</sup>, Berenice Fanny Galicia Gómez <sup>3</sup> y Francisco Rosales-Marticorena <sup>4</sup>

1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología;
2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad;
3. Universidad Nacional Autónoma de México;
4. ESAN Graduate School of Business

#### Resumen:

El ecosistema Bosque ocupa aproximadamente el 17% del territorio mexicano y representa uno de los recursos forestales económicos más importantes de nuestro país; en particular, según muchos botánicos, México es el mayor centro de diversidad mundial del género *Pinus*. Estos bosques generan una gran cantidad de oxígeno, mantienen la provisión de agua en calidad y cantidad, contrarrestan la erosión y los efectos del cambio climático, y son fuente importante de materias primas. Dada la importancia de estos ecosistemas, en este estudio caracterizamos la serie de tiempo de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI en inglés) del producto MODIS MOD13Q1 correspondiente a la clase Bosques de Coníferas y Encinos durante el periodo 2000-2016 usando como referencia la cartografía del Sistema de Monitoreo del Cambio en la Cobertura de Suelo de América del Norte (NALCMS en inglés).

A nivel píxel, suavizamos las series anuales de NDVI mediante análisis de Fourier. Luego, agrupamos estas series anuales a través de clustering jerárquico buscando disminuir el error de medición y reducir la dimensionalidad del problema original. Posteriormente, usamos las series agrupadas para estimar la curva de fenología mediante la técnica de análisis de componentes principales funcionales (FPCA en inglés) denominada Empirical Bayesian Smoothing Splines. Como subproducto de nuestro FPCA estimamos las fechas (anualizadas) de los parámetros fenológicos: reverdecimiento, inicio de temporada, madurez, senescencia, fin de temporada e hibernación.

Finalmente, generamos mapas de cada uno de los parámetros fenológicos y calculamos estadísticas descriptivas resumiendo la distribución espacial de estos parámetros. Nuestro análisis se complementa con código gratuito y abierto disponible en un repositorio GitHub. Consideramos que nuestros resultados son de interés para las comunidades académicas y de tomadores de decisión.

#### Abstract:

The forest ecosystem occupies approximately 17% of the Mexican territory and represents one of the most important economic forest resources of our country; in particular, according to many botanists, Mexico is the world's largest center of diversity for the genus *Pinus*.

These forests generate a large amount of oxygen, maintain the supply of water in quality and quantity, counteract erosion and the effects of climate change, and are an important source of raw materials. Given the importance of these ecosystems, in this study we characterize the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) time series of the MODIS product MOD13Q1, corresponding to the class Coniferous and Oak Forests during the period 2000-2016, using as a reference, the North American Land Cover Change Monitoring System (NALCMS) mapping. At the pixel level, we smooth the NDVI annual series using Fourier analysis. Then, we group these annual series through hierarchical clustering seeking to reduce the measurement error and reduce the dimensionality of the original problem. Subsequently, we use the pooled series to estimate the phenology curve using the functional principal component analysis (FPCA) technique called Empirical Bayesian Smoothing Splines. As a by-product of our FPCA we estimate the (annualized) dates of the phenological parameters: greening, beginning of the season, maturity, senescence, end of the season and hibernation. Finally, we generate maps of each of the phenological parameters and calculate descriptive statistics summarizing the spatial distribution of these parameters. Our analysis is complemented by free and open-source code available in a GitHub repository. We consider that our results are of interest to the academic and decision-making communities.

\*Correo electrónico: itecuapetla@conabio.gob.mx

### **3.8. Propuesta de una guía para senderos interpretativos en el Cerro del Topo Chico, Nuevo León, México**

**Jonathan Castro Torres\*, Adrián Leonardo Ferriño Fierro y Fabiola D. Yépez Rincón**

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

---

#### Resumen:

En los senderos del anticlinal nororiente del Cerro de Topo Chico, ubicado en el municipio de Gral. Escobedo, Nuevo León, se realizó un análisis haciendo uso de los SIG y trabajo de campo esto para generar senderos interpretativos en las zonas óptimas para el turismo y eligiendo un sendero representativo para la interpretación ambiental. Mediante la observación in situ, se definieron y delimitaron unidades del paisaje que permitieron evaluar la calidad y la fragilidad visual del paisaje para definir su zonificación, de forma acorde con los procesos turísticos propuestos para el sendero. Se determinó la capacidad de carga con un resultado promedio de diez personas por tramo, y se elaboró una propuesta de plan de vigilancia ambiental, evaluando los impactos ambientales del proyecto y formulando las medidas e indicadores pertinentes.

#### Abstract:

In the trails of the northeastern anticline of Cerro de Topo Chico, located in the municipality of Gral. Escobedo, Nuevo León, an analysis was carried out using GIS and field work to generate interpretive trails in the optimal areas for tourism and choosing a representative trail for environmental interpretation. Through in situ observation, landscape units were defined and delimited that allowed evaluating the quality and visual fragility of the landscape to define its zoning, in accordance with the tourism processes proposed for the trail. The load capacity was determined with an average result of ten people per section, and a proposal for an environmental surveillance plan was prepared, evaluating the environmental impacts of the project, and formulating the pertinent measures and indicators.

\*Correo electrónico: jonncastower@gmail.com

### 3.9. Análisis de cambio en la cobertura vegetal y su relación con las políticas públicas del sitio, caso de estudio: Tenosique, Tabasco, México

**Jacob Nieto Butrón <sup>1</sup>, Nelly Lucero Ramírez Serrato <sup>1\*</sup>, Mariana Patricia Jácome Paz <sup>1</sup> y Tania Ximena Ruíz Santos <sup>2</sup>**

1. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

2. Consultor Independiente (www.taniaximena.com)

#### Resumen:

Actualmente, las actividades como la agricultura, la tala ilegal, las granjas no ecológicas y la explotación ganadera, alteran la cobertura de áreas verdes naturales. Por ello, se requiere de leyes gubernamentales para su regulación, aunque estas no siempre consideran la conservación. Tal es el caso de la localidad "Tenosique", en esta zona se encuentra uno de los ríos más importantes de Mesoamérica, el río Usumacinta, que es un gran regulador de procesos ecológicos y conecta a México con Guatemala. Este sitio ha estado bajo la influencia de regulaciones enfocadas al impulso económico de la zona, ya sea para actividades agrícolas como ganaderas, lo que ha afectado la cobertura vegetal aparente, a diferencia de Guatemala que ha optado por regulaciones con un enfoque de conservación forestal. Recientemente, se implementaron acciones de conservación y protección de la zona junto con apoyos para estas comunidades. El objetivo de este estudio es cuantificar en el tiempo la pérdida y ganancia de vegetación a partir de imágenes satelitales de la zona, con la finalidad de comparar esta estadística con los diferentes programas gubernamentales de cada época. Para esto se utilizaron 6 imágenes satelitales multiespectrales de acceso libre, del satélite landsat 7, las cuales tienen 30 metros de resolución pero ajustables visualmente a 15 metros, y que cubren un rango temporal del 1999 al 2020. Sobre ellas se llevó a cabo una clasificación supervisada. Resultados preliminares muestran que hubo un decremento de 20% al año de cobertura de área verde en el periodo comprendido entre 1999-2018, sin embargo se reporta un incremento del 25% anual de cobertura de área verde en el periodo 2018-2020. Los resultados servirán para actualizar los proyectos realizados en el sitio y detectar zonas de interés prioritario para proyectos futuros de mayor resolución, así como la estimación actual del estado crítico del sitio referente a la pérdida de cobertura vegetal y cuantificar los esfuerzos de conservación que se han llevado a cabo desde 2008 a la actualidad.

#### Abstract:

Currently, natural areas are being devastated by anthropogenic activity. Activities such as agriculture, illegal logging, non-organic farms, and livestock exploitation, disrupt an ecosystem that has been in balance for many years. Therefore, regulations implemented by governments are required for their preservation. However, these regulations are not always the most used in terms of conservation. Such is the case of the town "Tenosique", in this area is one of the most important rivers in Mesoamerica, the Usumacinta River, which is a great regulator of ecological processes and is connected to Mexico with Guatemala. This site has been under the influence of regulations applied to the economic impulse of the area, whether for agricultural and livestock activities, which has affected the apparent vegetation cover, unlike Guatemala that has opted for regulations with a forest conservation approach. These policies sought to boost the agricultural sector, but many deforested areas to carry out this activity turned out not to be suitable due to the type of soil. With the change of regime, financing ends and with-it economic activity decreases, leaving the area quite affected and the communities with financial problems. Recently, conservation and protection actions were implemented in the area together with support for these communities. The proximity between Mexico and Guatemala visually shows the results of the application of different public policies. The objective of this study is to quantify the loss and gain of vegetation over time from satellite images of the area, to compare this statistic with the different government programs of each era. For this, at least 10 multispectral satellite images of free access will be used, from the Landsat 7 satellite, which has 30 meters of resolution but visually adjustable to 15 meters with the union of its panchromatic channel, and that cover a time range from 1999 to 2020. On these, two processes will be carried out: 1) a normalized vegetation index calculation and 2) a supervised classification. With which it is intended to measure the area and the greenness of a mask of the vegetation cover. The results will serve to update the projects carried out on the site and detect areas of priority interest resolution for larger projects, as well as the future estimation of the critical state of the site regarding the loss of vegetation cover and quantify the conservation efforts that have been carried out. carried out from 2008 to the present.

\*Correo electrónico: nellyrmz@igeofisica.unam.mx

### 3.10. Aplicaciones de la geomática en la conservación de los recursos genéticos

**Francisco F. Calvillo A.**

Centro Nacional de Recursos Genéticos,  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

#### Resumen:

La geomática, una disciplina multidisciplinaria de creciente difusión gracias a las nuevas y populares aplicaciones en fotografía aérea, geolocalización y teledetección, siempre ha sido una herramienta elemental en la conservación de la biodiversidad, principalmente desde la perspectiva de manejo de cuencas y caracterización regional del medio ambiente. En la actualidad, los sistemas de conservación ex situ como las colecciones biológicas, zoológicos, jardines botánicos y bancos de germoplasma adoptan aplicaciones de la geomática y las TICs, para el estudio y sistematización del conocimiento biológico, plataformas como GBIF son muestras de ello. En este sentido, científicos y administradores de bancos de germoplasma a través de estudios ecogeográficos, utilizan la geomática y los sistemas de información geográfica para la caracterización y modelación de los patrones de distribución de las especies. Proyectos para la generación de mapas de distribución, modelación de nicho ecológico, análisis de vacíos de colecciones, diversidad genética y caracterización predictiva son de los más relacionados. Con la finalidad de contribuir a la difusión de los múltiples ámbitos en que la geomática contribuye a la sostenibilidad y conservación ambiental, se realizó una revisión y síntesis del marco actual del papel de la geomática en la conservación de los recursos genéticos, demostrando su relevancia en la planeación y mantenimiento de las accesiones conservadas en los bancos de germoplasma.

#### Abstract:

Geomatics, a multidisciplinary discipline of growing diffusion thanks to new and popular applications in aerial photography, geolocation, and remote sensing, has always been an elementary tool in biodiversity conservation, mainly from the perspective of watershed management and regional characterization of the environment. Currently, ex situ conservation systems such as biological collections, zoos, botanical gardens, and germplasm banks adopt applications of geomatics and ICTs, for the study and systematization of biological knowledge, platforms such as GBIF are examples of this. Scientists and administrators of germplasm banks, through Ecogeographical studies, use geomatics and geographic information systems for the characterization and modeling of species distribution patterns. Projects for the generation of distribution maps, ecological niche modeling, analysis of collection gaps, genetic diversity and predictive characterization are among the most closely related. To contribute to the dissemination of the multiple areas in which geomatics contributes to sustainability and environmental conservation, a review and synthesis of the current framework of the role of geomatics in the conservation of genetic resources was carried out, demonstrating its relevance in planning and maintenance of accessions conserved in genebanks.

\*Correo electrónico: [calvillo.francisco@inifap.gob.mx](mailto:calvillo.francisco@inifap.gob.mx)



## 4. Contaminación ambiental / Environmental pollution



XXIV Congreso SELPER México

Geomática para el  
desarrollo sostenible

VIRTUAL

## 4.1 Emisiones de metano por actividades ganaderas a partir de SENTINEL-5P: una propuesta para la gestión del Inventario Estatal de Emisiones en San Luis Potosí

**María Guadalupe Galindo Mendoza \* y Geovanni Saldierna Salas**

Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria-LaNGIF/Universidad Autónoma de San Luis Potosí-UASLP. Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, San Luis Potosí, S.L.P., México

### Resumen:

Los principales GEI del sector agropecuario son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el metano (CH<sub>4</sub>). La mayor contribución de N<sub>2</sub>O se produce a partir de las excretas animales, mientras que el CH<sub>4</sub>, se produce principalmente por fermentación entérica, siendo esta última la emisión de mayor significación en sistemas pecuarios. El metano contribuye al calentamiento global con el 18% de las emisiones antropogénicas totales y provoca la elevación de 1 a 3 °C temperatura regional, por lo que convierte en un importante contribuyente al cambio climático, especialmente a corto plazo (10-15 años). En México los avances en la estimación de los factores de emisión y los inventarios han sido limitados sobre todo en zonas rurales. Las mediciones de la concentración del CH<sub>4</sub> se realizan de acuerdo con su reducción en la atmósfera y por ello es que no existe normativa aplicable para las emisiones, resultado de los inventarios oficiales de emisiones Tier 1, que son cuestionables debido a su baja precisión ya que subestima las emisiones, porque no toman en cuenta la diversidad de climas, los diferentes sistemas de producción ganadera, diversidad de alimentación y de razas, así como el fin zootécnico. En el caso de San Luis Potosí, le corresponde por normativa actualizar el inventario estatal de emisiones en el 2022 y se propone que las imágenes de satélite junto con el modelado espacial sean un instrumento de medición importante para determinar la normativa de intervención y mitigación en este caso del CH<sub>4</sub>. San Luis Potosí, ocupa el tercer lugar en producción ganadera en el país con un crecimiento del 74% del 2014 a la fecha. Las emisiones de CH<sub>4</sub> en el estado a través de SENTINEL-5P evidencian que las regiones Huasteca y Altiplano las que presentan la mayor problemática de emisión-mitigación.

### Abstract:

The main GHGs in the agricultural sector are carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and methane (CH<sub>4</sub>). The largest contribution of N<sub>2</sub>O is produced from animal excreta, while CH<sub>4</sub> is produced mainly by enteric fermentation, the latter being the most significant emission in livestock systems. Methane contributes to global warming with 18% of total anthropogenic emissions and causes a regional temperature to rise of 1 to 3 °C, making it an important contributor to climate change, especially in the short term (10-15 years). In Mexico, progress in estimating emission factors and inventories has been limited, especially in rural areas. The measurements of the concentration of CH<sub>4</sub> are made according to its reduction in the atmosphere and for this reason there are no applicable regulations for emissions, as a result of the official inventories of Tier 1 emissions, which are questionable due to their low precision since it underestimates emissions, because they do not take into account the diversity of climates, the different livestock production systems, the diversity of food and breeds, as well as the zotechnical purpose. In the case of San Luis Potosí, it is up to the regulations to update the state emissions inventory in 2022 and it is proposed that satellite images together with spatial modeling be an important measurement instrument to determine the intervention and mitigation regulations in the case of CH<sub>4</sub>. San Luis Potosí ranks third in livestock production in the country with a growth of 74% from 2014 to date. CH<sub>4</sub> emissions in the state through SENTINEL-5P show that the Huasteca and Altiplano regions present the greatest emission-mitigation problems.

\*Correo electrónico: ggm@uaslp.mx

## 4.2. Propuesta metodológica para monitoreo de lluvia ácida a través de tecnología espacial

**Stacey J. De La Cruz y Carlos Contreras \***

Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria-LaNGIF/Universidad Autónoma de San Luis Potosí-UASLP. Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, San Luis Potosí, S.L.P., México

### Resumen:

El término lluvia ácida fue utilizado por primera vez por Robert Angus Smith, el cual investigaba acerca de la química del aire de las industrias británicas en 1850. Este fenómeno se define así cuando su pH es menor a 5.6, se genera por la interacción de la radiación solar y la humedad atmosférica, así como de las concentraciones de dióxido de azufre SO<sub>2</sub> y óxidos nitrosos NO<sub>x</sub>.

Sentinel 5P es una misión aprobada por el programa europeo GMES (Global Monitoring Environmental and Security), el cual tiene como objetivo generar datos de calidad científica para el monitoreo de la composición atmosférica, este satélite lleva consigo el instrumento TROPOMI para mapear gases traza como el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), formaldehído (HCHO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO) y aerosoles (AOD); sin embargo, no existe un instrumento que monitoree el depósito húmedo de los contaminantes. Estudios recientes, han demostrado que el modelado espacial a través del uso de imágenes de satélite determina los patrones espaciales del depósito de lluvia ácida. Por tanto, el objetivo de la investigación fue proponer un modelo de probabilidad del depósito de lluvia ácida a través de tecnología espacial para México. Por consiguiente, se realizó un análisis multicriterio para la determinación de lugares mayormente expuestos al depósito de lluvia ácida en el país, el cual estuvo determinado por las variables de precipitación mensual, y los dos contaminantes que son los precursores del mismo fenómeno (dióxido de azufre SO<sub>2</sub> y dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub>). Dentro de los resultados y conclusiones se muestran cuáles son los lugares con mayor depósito de lluvia ácida para México, así como algunos efectos al ambiente por dicho fenómeno.

### Abstract:

The term acid rain was used for the first time by Robert Angus Smith, who was researching the chemistry of the air in British industries in 1850. This phenomenon is thus defined when the pH of the rain is less than 5.6, it is generated by the interaction of solar radiation and atmospheric humidity, as well as the concentrations of sulfur dioxide SO<sub>2</sub> and nitrous oxides NO<sub>x</sub>. Sentinel 5P is a mission approved by the European program GMES (Global Monitoring Environmental and Security), which aims to generate scientific quality data for monitoring atmospheric composition, this satellite carries the TROPOMI instrument to map trace gases such as nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), formaldehyde (HCHO), sulfur dioxide SO<sub>2</sub>, methane (CH<sub>4</sub>), carbon monoxide (CO), and aerosols (AOD); however, there is no instrument that monitors the wet deposition of contaminants. Recent studies have shown that spatial modeling using satellite images determines the spatial patterns of acid rain deposition. Therefore, the objective of the research was to propose a probability model of the acid rain deposit for Mexico through space technology. Therefore, a multicriteria analysis was carried out to determine the places most exposed to acid rain deposition in the country, which was determined by the variables of monthly precipitation, and the two pollutants that are the precursors of the same phenomenon (sulfur dioxide SO<sub>2</sub> and nitrogen dioxide NO<sub>2</sub>). Among the results and conclusions are shown which are the places with the highest deposit of acid rain for Mexico, as well as some effects on the environment due to said phenomenon.

\*Correo electrónico: A262334@alumnos.uaslp.mx

### 4.3. Propuesta metodológica para la calibración de imágenes de satélite de contaminantes atmosféricos a través del uso de líquenes como bioindicadores en Sierra de Álvarez, S.L.P.

**Stacey J. De La Cruz \* y María Guadalupe Galindo Mendoza**

Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria-LaNGIF/Universidad Autónoma de San Luis Potosí-UASLP. Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, San Luis Potosí, S.L.P., México

#### Resumen:

En la actualidad, el monitoreo de la calidad del aire en México, se ha desarrollado desde diferentes instituciones como el Sistema Nacional de Información sobre Calidad del Aire (SINAICA) desarrollado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), normativas como el Programa Nacional de Monitoreo Atmosférico (PNMA), las Normas Oficiales Mexicanas (OMS) y la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). En el caso específico del monitoreo de calidad del aire en San Luis Potosí, existen cuatro estaciones; sin embargo, éstas se encuentran localizadas dentro de la ciudad. Se han desarrollado Inventarios Estatales de Emisiones donde se estiman las mismas por fuentes; estos nos ayudan a tener un panorama general de lo que se está emitiendo por la limitación en la obtención de la información. Pese a los vacíos informacionales dentro de las estaciones de monitoreo, así como en los Inventarios Estatales de Emisiones se desarrolló una propuesta metodológica para la calibración de datos espaciales a través del uso de líquenes como bioindicadores. Los bioindicadores son organismos que tienen la capacidad de responder a los cambios del ecosistema. En este orden de ideas, los líquenes son una asociación mutualista entre un alga o cianobacteria con hongos que absorben sus nutrientes de la atmósfera; por lo tanto, tienen la capacidad de ser bioindicadores de contaminación ya que es posible detectar algunos de los contaminantes como los metales pesados, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), los óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>), gases fluorados, lluvia ácida, nitratos (NO<sub>3</sub>) y peroxiacetilnitrato (PAN). Los resultados demostraron que el uso de líquenes como bioindicadores son una metodología eficaz para la calibración de imágenes de satélite.

#### Abstract:

At present, the monitoring of air quality in Mexico has been developed by different institutions such as the National Information System of Air Quality (SINAICA) developed by the Ministry of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT) and the National Institute of Ecology and Climate Change (INECC), regulations such as the National Atmospheric Monitoring Program (PNMA), the Official Mexican Standards (WHO) and the General Law of Ecological Balance and Environmental Protection (LGEEPA). In the specific case of air quality monitoring in San Luis Potosí, there are four stations; however, they are located within the city. State Emissions Inventories have been developed where they are estimated by the emission sources, these help us to have a general overview of what is being emitted due to the limitation in obtaining the information.

Due to the informational gaps within the monitoring stations, as well as in the State Emissions Inventories, a methodological proposal was developed for the validation of spatial data using lichens as bioindicators. Bioindicators are organisms that can respond to changes in the ecosystem. In this order of ideas, lichens are a mutualistic association between an alga or cyanobacteria with fungi that absorb their nutrients from the atmosphere; therefore, they have the ability to be bioindicators of contamination since it is possible to detect some of the pollutants such as heavy metals, sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrous oxides (NO<sub>x</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), ammonia (NH<sub>3</sub>), fluorinated gases, acid rain, nitrates (NO<sub>3</sub>) and peroxyacetyl nitrate (PAN). The results demonstrated that the use of lichens as bioindicators is an effective methodology for the validation of satellite images.

\*Correo electrónico: A262334@alumnos.uaslp.mx

## 4.4. Contaminación atmosférica mediante las imágenes de satélite y las estaciones de monitoreo de calidad del aire en San Luis Potosí

**Geovanni Saldierna \* y María Guadalupe Galindo Mendoza**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

### Resumen:

La contaminación del aire representa uno de los mayores riesgos ambientales para la población dentro de las zonas urbanas. Los contaminantes del aire se clasifican en diferentes grupos. El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas suspendidas (PM<sub>2.5</sub>) por ejemplo, forman parte de los contaminantes criterio, y son producidos principalmente por la quema de combustibles fósiles, la actividad industrial, los automóviles y las centrales generadoras de electricidad, por lo que pueden fungir como indicadores de la calidad de aire dentro de las ciudades; de este modo su vigilancia es de suma importancia. En el presente estudio, el objetivo fue monitorear los contaminantes NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y las PM<sub>2.5</sub> la ciudad de San Luis Potosí durante el periodo comprendido entre los años 2018 y 2020 mediante el uso de imágenes del sensor TROPOMI del satélite SENTINEL-5P, ya que este proporciona imágenes mensuales de alta resolución espacial con las concentraciones de cada uno de los contaminantes mencionados; para después realizar la verificación de la información de las imágenes con los datos provistos por las 4 estaciones (Biblioteca, DIF, Escuela Primaria 1° de Mayo e Industriales Potosinos Asociados) de monitoreo de calidad del aire del SINAICA. Con los datos de ambas fuentes se determinó el coeficiente de correlación de Spearman para estimar la fuerza y la dirección de su asociación, además se generaron mapas de riesgo con las áreas con mayores concentraciones de gases y partículas dentro de la ciudad. Los resultados demostraron que el uso de las imágenes de satélite permite un análisis de toda una área urbana incluso donde no existen monitores de calidad de aire en tierra.

### Abstract:

Air pollution represents one of the greatest environmental risks for the population within urban areas. Air pollutants are classified into different groups. Nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and suspended particles (PM<sub>2.5</sub>) for example, are part of the criteria pollutants, and are produced mainly by the burning of fossil fuels, industrial activity, automobiles, and electricity generating plants, so they can function as air quality indicators within cities; thus, your vigilance is of the utmost importance. In the present study, the objective was to monitor the pollutants NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and PM<sub>2.5</sub> in San Luis Potosí city of during the period between 2018 and 2020 through the use of images from the TROPOMI sensor of the SENTINEL-5P satellite, already that this space provides high-resolution monthly images with the concentrations of each of the aforementioned pollutants; to later verify the information of the images with the data provided by the 4 stations (Biblioteca, DIF, Escuela Primero de 1° de Mayo and Industriales Potosinos Asociados) of SINAICA air quality monitoring. With the data from both sources, the Spearman correlation coefficient was determined to estimate the strength and direction of their association, in addition, risk maps were generated with the areas with the highest concentrations of gases and particles within the city. The results showed that the use of satellite images allows an analysis of the entire urban area even where there are no air quality monitors on the ground.

\*Correo electrónico: geovanni.saldierna@uaslp.mx

## 4.5. Análisis multitemporal de la superficie del glaciar Ayoloco, mediante el Índice Normalizado de Nieve

**Brayan A. Murrillo \* y Horacio J. Romero**

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### Resumen:

En el presente trabajo se analizó el comportamiento espacio-temporal del glaciar Ayoloco ubicado en volcán Iztaccíhuatl, que se encuentra entre los límites de Puebla y el Estado de México. El objetivo fue determinar el año de desaparición del glaciar, así como la superficie cubierta por nieve mediante la clasificación de imágenes satélites Landsat 5 y 8 correspondientes a los meses de enero y febrero durante el periodo 1993-2018. La metodología utilizada fue la siguiente: Fase 1: Obtención de imágenes Landsat 5 para los años de 1993, 2000 y 2009 e imágenes Landsat 8 para los años 2013 al 2019. Fase 2: Se construyó el NDSI ( $NDSI = \frac{\text{Verde} - \text{Infrarrojo de Onda Corta}}{\text{Verde} + \text{Infrarrojo de Onda Corta}}$ ) para las cada una de las fechas seleccionadas y a partir de este índice se logró la obtención de las áreas cubiertas y los diferentes tipos de nieve. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: En los años 1993, 2000 y 2009 se pudo observar una disminución constante en el área del glaciar. Esta se incrementó durante 2014, 2015 y 2016, haciéndose muy pronunciada la disminución en el último año, pues para 2016 no se tenía presencia de nieve densa en la zona, mismo periodo que corresponde a los mayores aumentos de temperatura. Los resultados sugieren que el año de desaparición de este glaciar fue en el transcurso de 2015. Discusión y conclusiones: La desaparición del glaciar Ayoloco en el volcán Iztaccíhuatl, es sin duda un resultado del cambio climático sufrido a lo largo de las últimas dos décadas. Nuestros resultados indican que en la actualidad únicamente se observa la presencia de nieve derritiéndose. La metodología empleada y los resultados obtenidos contribuyen a la comprensión de los impactos del cambio climático en las montañas y volcanes más elevados de México.

### Abstract:

In the present work, the spatial-temporal behavior of the Ayoloco glacier located in Iztaccíhuatl volcano, which is located between the limits of Puebla and the State of Mexico, was analyzed. The objective was to determine the year of disappearance of the glacier, as well as the surface covered by snow by classifying Landsat 5 and 8 satellite images corresponding to the months of January and February during the period 1993-2018. The methodology used was as follows: Phase 1: Obtaining Landsat 5 images for the years 1993, 2000 and 2009 and Landsat 8 images for the years 2013 to 2019. Phase 2: The Normalized Snow Data Index (NDSI) was constructed as an index of (Riggs et al., 1994) was constructed for each of the selected dates and from this index the areas covered, and the different types of snow were obtained. The results obtained were as follows: In the years 1993, 2000 and 2009 a constant decrease in the glacier area could be observed. This increased during 2014, 2015 and 2016, becoming very pronounced the decrease in the last year, because for 2016 there was no presence of dense snow in the area, the same period that corresponds to the highest temperature increases. The results suggest that the year of disappearance of this glacier was in the course of 2015. Discussion and conclusions: The disappearance of the Ayoloco glacier on Iztaccíhuatl volcano is undoubtedly a result of climate change suffered over the last two decades. Our results indicate that at present only the presence of melting snow is observed. The methodology employed and the results obtained contribute to the understanding of the impacts of climate change on the highest mountains and volcanoes in Mexico.

Correo electrónico: al189879@alumnos.uacj.mx

## 4.6. Exposición potencial de zonas urbanas en el Bajío de Guanajuato a la deriva aérea de plaguicidas utilizados en el cultivo de maíz y trigo

**María J. Soler <sup>1\*</sup>, Mabel Vaca <sup>1</sup> y Silke Cram <sup>2</sup>**

1. Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco;

2. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen:

Para evaluar la cantidad de plaguicidas a la que pueden estar crónicamente expuestas las poblaciones aledañas a zonas de cultivo, se estudió la deriva aérea de los compuestos clorpirifos, cipermetrina, atrazina, glifosato y 2-4-D utilizados en la producción de maíz y trigo en una zona del Bajío de Guanajuato, durante el ciclo agrícola 2019-2020. Se realizaron dos clasificaciones de cobertura de suelo: primavera-verano (PV) y otoño-invierno (OI), en las que se identificaron los cultivos existentes por medio del levantamiento de 107 y 323 parcelas, respectivamente. Estas parcelas fueron utilizadas (50-50%) para el entrenamiento y validación del algoritmo de clasificación Random Forest, así como 9 imágenes Sentinel-2 A/B de mayo a noviembre del 2019 (PV) y 11 de diciembre del 2019 a mayo del 2020 (OI), descargadas de la plataforma Copernicus. Así mismo, se calcularon los índices NDVI y NDWI para analizar el comportamiento temporal de los cultivos y para incluirlos en las clasificaciones. De los mapas obtenidos, se aislaron las zonas urbanas, de maíz y trigo y se establecieron buffers a 500 m de distancia de cada pixel urbano, para calcular el área de cultivos dentro ellos. Esta información, junto con la dosis del plaguicida, la formulación comercial, el número de aplicaciones que se realizan por temporada, la proporción de productores que lo emplean y la proporción estimada de pérdida de producto por deriva, sirvió para determinar la exposición potencial de cada pixel urbano. Los resultados obtenidos mostraron una precisión global de 79.1% para la clasificación PV y 87.9% para OI. Se desarrollaron mapas de exposición potencial para los 5 plaguicidas bajo estudio, identificando las zonas más afectadas (Santa Rita, Cupareo y San Nicolás), con una resolución de 100 m<sup>2</sup>, demostrando así la utilidad de la percepción remota y los SIG para identificar la dispersión

### Abstract:

To assess the number of pesticides that may chronically reach urban areas from drift loss of cultivated land, a study was conducted where five compounds (chlorpyrifos ethyl, cypermethrin, atrazine, glyphosate and 2-4-D), applied to maize and wheat fields in the State of Guanajuato, in central Mexico, during the 2019-2020 crop-cycle, were considered. First, two cropland classifications were carried out, one for the Spring-Summer (SS) seasons and another for the Fall-Winter (FW) seasons, using the Random Forest algorithm. For this purpose, one hundred and seven fields were identified for training and validation (50%-50%) of the algorithm in the first classification and three hundred and twenty-three for the second one. Also, nine Sentinel-2 A/B images, from May to November 2019, corresponding to the SS seasons and eleven from December 2019 to May 2020, for the FW seasons, were obtained from the European Spatial Agency's Copernicus Open Access Hub platform. With the spectral information of the images, NDVI and NDWI indices were calculated to evaluate seasonal variations and to include them in the training process of the algorithm. From the resulting maps, urban, maize and wheat pixels were separated. Then, 500 m buffers were traced for each urban pixel and the maize and wheat area falling within these buffers was calculated. Finally, considering these areas and other pesticide information such as dosage, active ingredient concentration, number of applications during a typical season, rate of use of producers and an estimated percentage of drift loss, potential urban exposure maps were integrated. Results showed an overall accuracy of 79.1% and 87.9% for the SS and FW classifications, correspondingly. In addition, the exposure maps for the five pesticides made evident the urban areas of San Nicolás de los Agustinos, Maravatío del Encinal, Cupareo y Santiago Maravatío as the most affected, and the herbicides atrazine and glyphosate the ones with the highest amounts. Thus, we can conclude that the use of remote sensing and Geographic Information Systems are useful tools to estimate urban exposure to pesticide drift.

\*Correo electrónico: marsolerps@hotmail.com

## 4.7. Calidad del aire durante los incendios forestales en San Luis Potosí 2019-2021

**Carlos Díaz Martínez\*, Ángel de Jesús Quiroz Gaspar y María Guadalupe Galindo Mendoza**

Laboratorio Nacional de Geoprocesamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF)/Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACyT)/Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

### Resumen:

Los incendios forestales son fuegos no controlados de origen natural o antropogénico que ocurren en los ecosistemas terrestres y que se propagan por la vegetación como son: bosque, sabana, matorral, pastizal, humedal, turbera, etc. Este tipo de desastres se relacionan principalmente con actividades agrícolas, ganaderas y el desarrollo urbano, además, son uno de los factores que agravan aún más la contingencia por contaminación atmosférica en México. Durante los incendios forestales se liberan grandes cantidades de gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub> y COV) y partículas finas (PM<sub>2.5</sub>) directamente a la atmósfera por la quema de biomasa (combustión incompleta), lo que repercute en el deterioro de la calidad del aire y por lo tanto representa riesgos graves para la salud de la población vulnerable expuesta al humo en un corto plazo. Si bien en México existen sistemas de alerta, predicción y monitoreo de incendios forestales, pero no cuantifican las emisiones de contaminantes emitidos a la atmósfera, por lo que, a través de imágenes satelitales y modelado atmosférico, así como el inventario de emisiones de incendios forestales, se determinó la calidad del aire y la estimación de las emisiones de CyGEI durante los incendios de mayor magnitud registrados en San Luis Potosí durante el periodo 2019 - 2021. Se utilizaron diferentes algoritmos aplicados a imágenes satelitales para conocer el tipo de vegetación y el área de afectación después del siniestro y la elaboración del inventario de emisiones de incendios forestales. La estimación de emisiones, así como el uso de imágenes de satélite y la aplicación de las Normas Internacionales y la NOM evidenciaron la mala calidad del aire que hubo durante los incendios forestales. Este estudio contribuye en la determinación del riesgo y los posibles daños a la salud, así como en las necesidades inmediatas en cuestiones de calidad del aire y contaminación atmosférica.

\*Correo electrónico: A243397@alumnos.uaslp.mx

### Abstract:

Forest fires are uncontrolled fires of natural or anthropogenic origin that occur in terrestrial ecosystems and spread through vegetation such as: forest, savannah, scrub, grassland, wetland, peat bog, etc. These disasters are mainly related to agricultural, livestock and urban development activities, and are also one of the factors that further aggravate the air pollution contingency in Mexico. During forest fires, large quantities of gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub> and VOC) and fine particles (PM<sub>2.5</sub>) are released directly into the atmosphere due to biomass burning (incomplete combustion), which affects the quality of the air and therefore represents serious risks to the health of the vulnerable population exposed to smoke in the short term. Although in Mexico there are alert, prediction, and monitoring systems for forest fires, they do not quantify the emissions of pollutants emitted into the atmosphere. Therefore, through satellite images and atmospheric modeling, as well as the inventory of forest fire emissions, air quality and the estimation of CyGHG emissions were determined during the largest fires recorded in San Luis Potosí during the period of 2019 - 2021. Different algorithms applied to satellite images were used to determine the type of vegetation and the affected area after the disaster and the elaboration of the inventory of forest fire emissions. The estimation of emissions, as well as the use of satellite images and the application of International Standards and the NOM evidenced the poor quality of the air that existed during the forest fires. This study contributes to the determination of the risk and possible damage to health, as well as the immediate needs in matters of air quality and atmospheric pollution.

## 4.8. Análisis espacio temporal de emisiones de carbono negro en regiones cañeras de México

Ángel J. Quiroz <sup>1\*</sup>, Pedro Pérez <sup>2</sup> y Ma. Guadalupe Galindo <sup>1</sup>

1. Laboratorio Nacional de Geoprocesamiento de Información Fitosanitaria/Universidad Autónoma de San Luis Potosí;

2. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales/Universidad Autónoma de San Luis Potosí

### Resumen:

El carbono negro (CN) es un contaminante climático de vida corta (CCVC), ya que solo permanece en la atmósfera de días a semanas. Es un compuesto carbonáceo que se deriva de la combustión incompleta e ineficiente de combustibles fósiles y biomasa; se emite de forma directa a la atmósfera, contenido principalmente en las partículas PM<sub>2.5</sub>. Entre las principales afectaciones del CN está el forzamiento radiativo y el calentamiento global, además de provocar efectos negativos a la salud por exposición directa, por lo que la reducción de sus emisiones implica múltiples beneficios. Durante la COP21, México se comprometió a reducir sus emisiones en CN en 51% para el año 2030, con respecto al 2013. Las 848 mil hectáreas de caña de azúcar establecidas en México contribuyen con 7% de las emisiones nacionales de CN, derivadas de su actual sistema productivo e industrial, por lo que su evolución repercute en el cumplimiento de los acuerdos internacionales contraídos por el país. En este sentido, el Laboratorio Nacional de Geoprocesamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF) de la UASLP contribuye en el monitoreo de las emisiones de CN en las regiones cañeras de México a través del Análisis Espacio Temporal (AET), para estimar sus emisiones considerando diversos elementos clave desde una escala nacional, municipal y regional, caracterizando la contribución de las diferentes zonas a las mismas. Los resultados del AET evidenciaron la contribución de emisiones de carbono negro que cada región cañera emite directamente a la atmósfera. El objetivo de la investigación es coadyuvar en las políticas públicas y la normativa para la reducción y mitigación de estas emisiones y apoyar en el fortalecimiento de las estrategias del país.

### Resumen:

Black carbon (BC) is a short-lived climate pollutant (CCVC), as it only remains in the atmosphere for days to weeks. It is a carbonaceous compound that is derived from the incomplete and inefficient combustion of fossil fuels and biomass; it is emitted directly into the atmosphere, mainly contained in PM<sub>2.5</sub> particles. Among the main effects of BC is radiative forcing and global warming, in addition to causing negative health effects due to direct exposure, so reducing its emissions implies multiple benefits. During COP21, Mexico committed to reducing its BC emissions by 51% by 2030, compared to 2013. The 848 thousand hectares of sugar cane established in Mexico contribute 7% of the national BC emissions, derived from its current productive and industrial system, so its evolution affects the fulfillment of the international agreements contracted by the country. In this sense, the National Laboratory of Phytosanitary Information Geoprocessing (LaNGIF) of the UASLP contributes to the monitoring of BC emissions in the sugar cane regions of Mexico through the Temporal Space Analysis (AET), to estimate their emissions considering various elements key from a national, municipal and regional scale, characterizing the contribution of the different areas to them. The results of the AET showed the contribution of black carbon emissions that each sugarcane region emits directly into the atmosphere. The objective of the research is to contribute to public policies and regulations for the reduction and mitigation of these emissions and to support the strengthening of the country's strategies.

\*Correo electrónico: [angel.quiroz@uaslp.mx](mailto:angel.quiroz@uaslp.mx)

## 4.9. Asociaciones espaciales entre índices de vegetación y contaminación en ríos urbanos. Caso de Estudio: Río Pesquería, N.L., México

**Diana L. Mireles \* y Fabiola D. Yépez Rincón**

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

### Resumen:

En México, los ríos urbanos son ecosistemas vulnerables, afectados negativamente por la rápida urbanización. La falta de información geoespacial detallada de los ríos urbanos vulnera la calidad del agua y la salud de la vegetación. Esta investigación utiliza un análisis de decisiones multicriterio basado en GIS (GIS-MCDM) para la evaluación ambiental del río Pesquería. El método desarrollado ha utilizado los datos de píxel a píxel, de factores socioeconómicos, ambientales, topográficos, e hidrológicos que afectan la salud ambiental de los ríos urbanos. Los índices de reflectancia y análisis de la vegetación se obtuvieron mediante fotogrametría aérea con VANT con bandas de infrarrojo cercano y rojo. Para obtener información de la cobertura del suelo y correlacionar el análisis de vegetación se utilizó una imagen de SENTINEL 2. Los resultados implicaron la generación de mapas temáticos con intervalos de 1 (muy baja calidad) a 5 (muy alta calidad), según la escala de calidad ambiental propuesta. El resultado es un mapa que muestra el nivel de calidad ambiental a lo largo del río. Cada criterio se ponderó en función de su importancia de acuerdo con la revisión de la bibliografía, el objetivo de esta investigación y se agregaron mediante una combinación lineal. Este mapa puede ofrecer información a los tomadores de decisiones con una resolución temporal de corto tiempo y acelerar las acciones encaminadas a proteger la calidad de este importante ecosistema urbano.

### Abstract:

In Mexico, urban rivers are vulnerable ecosystems, negatively affected by urbanization. The lack of detailed geospatial information on urban rivers compromises the quality of the water and the health of the vegetation. This research uses a GIS-based multi-criteria decision analysis (GIS-MCDM) for the environmental assessment of the Pesquería River. The method developed has used pixel-by-pixel data on socioeconomic, environmental, topographic, and hydrological factors that affect the environmental health of urban rivers. Reflectance indices and vegetation analysis were obtained by aerial photogrammetry with UAV with near-infrared and red bands. To obtain information on land cover and correlate the vegetation analysis, a SENTINEL 2 image was used. The results involved the generation of thematic maps with intervals from 1 (very low quality) to 5 (very high quality), according to the scale proposed environmental quality. The result is a map showing the level of environmental quality along the river. Each criterion was weighted according to its importance according to the review of the literature, the objective of this research and they were added by means of a linear combination. This map can offer information to decision makers with a short time resolution and accelerate actions aimed at protecting the quality of this important urban ecosystem.

\*Correo electrónico: [diana.mirso@gmail.com](mailto:diana.mirso@gmail.com)



## 5. Gestión de recursos hídricos / Hydric resources management



XXIV Congreso SELPER México

Geomática para el  
desarrollo sostenible

VIRTUAL

## 5.1. Determinación de sitios potenciales de recarga artificial de agua subterránea en los acuíferos que conforman la Subregión Valle de México

**Elizabeth Boyás, Guadalupe I. Cervantes y María F. González\***

Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial

### Resumen:

El agua subterránea es considerada un recurso estratégico debido que, a diferencia del agua superficial, suele presentar un alto grado de estabilidad ante las variaciones estacionales del clima y es en muchas partes del mundo, la única fuente de abastecimiento en épocas de sequía.

En los acuíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el grado de explotación está altamente vinculado a la expansión urbana, al avance de la frontera agrícola y a la deforestación. Esto ha provocado diferentes afectaciones ambientales y a la infraestructura, como son hundimientos, activación de fallas y fracturas, así como la disminución en la calidad del agua.

El objetivo de este trabajo fue determinar zonas potenciales para la recarga artificial de los acuíferos de la Subregión Valle de México mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de la intervención de seis factores (pendiente, uso de suelo, capacidad de infiltración, precipitación, densidad de drenaje y litología). Este procedimiento se realizó a partir del enfoque de influencia múltiple (MIF) y del uso del álgebra de mapas para determinar el peso de cada variable.

Los resultados muestran que las zonas con mayor potencial se presentan en las de mayor elevación, ubicadas al piedemonte de Sierra del Ajusco y Sierra de Chichinautzin, debido a la alta permeabilidad de las rocas y al nivel freático profundo. La metodología empleada resultó ser eficaz en la evaluación de los valores potenciales de recarga a nivel regional, también demostró ser útil en el proceso de planeación territorial y permite garantizar el abastecimiento futuro del recurso hídrico a la población. Por su parte, los SIG son herramientas efectivas y menos costosas que los métodos convencionales, debido a que permiten la evaluación de regiones extensas.

### Abstract:

The groundwater is considered a strategic resource because, in contrast with surface water, it has a high degree of stability during seasonal climate variations and, in many parts of the world, it is the only source of supply in times of drought. En los acuíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) el grado de explotación está altamente vinculado a la expansión urbana, al avance de la frontera agrícola y a la deforestación. Esto ha provocado diferentes afectaciones ambientales y a la infraestructura, como son hundimientos, activación de fallas y fracturas, así como la disminución en la calidad del agua. El objetivo de este trabajo fue determinar zonas potenciales para la recarga artificial de los acuíferos de la Subregión Valle de México mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de la intervención de seis factores (pendiente, uso de suelo, capacidad de infiltración, precipitación, densidad de drenaje y litología).

This procedure was carried out from the multiple influence approach (MIF) and map algebra, to determine the weight of each variable. The results show that the highest elevation zones, located at the foothills of Sierra del Ajusco and Sierra de Chichinautzin, are the ones with the greatest potential, due to the high permeability of the rocks and the deep water table. The methodology used turned out to be effective in evaluating the potential values of recharge at the regional level, it also proved to be useful in the territorial planning process and allows guaranteeing the future supply of water resources to the population. Furthermore, GIS are effective and less expensive tools than conventional methods, due to the fact they allow the evaluation of large regions.

\*Correo electrónico: fernanda-gm@hotmail.com

## 5.2. Mapeo de servicios ecosistémicos en la subcuenca Guadalupe, Ensenada, Baja California

**Carolina Uscanga\*, Ileana Espejel y Ricardo B. Eaton**

Universidad Autónoma de Baja California

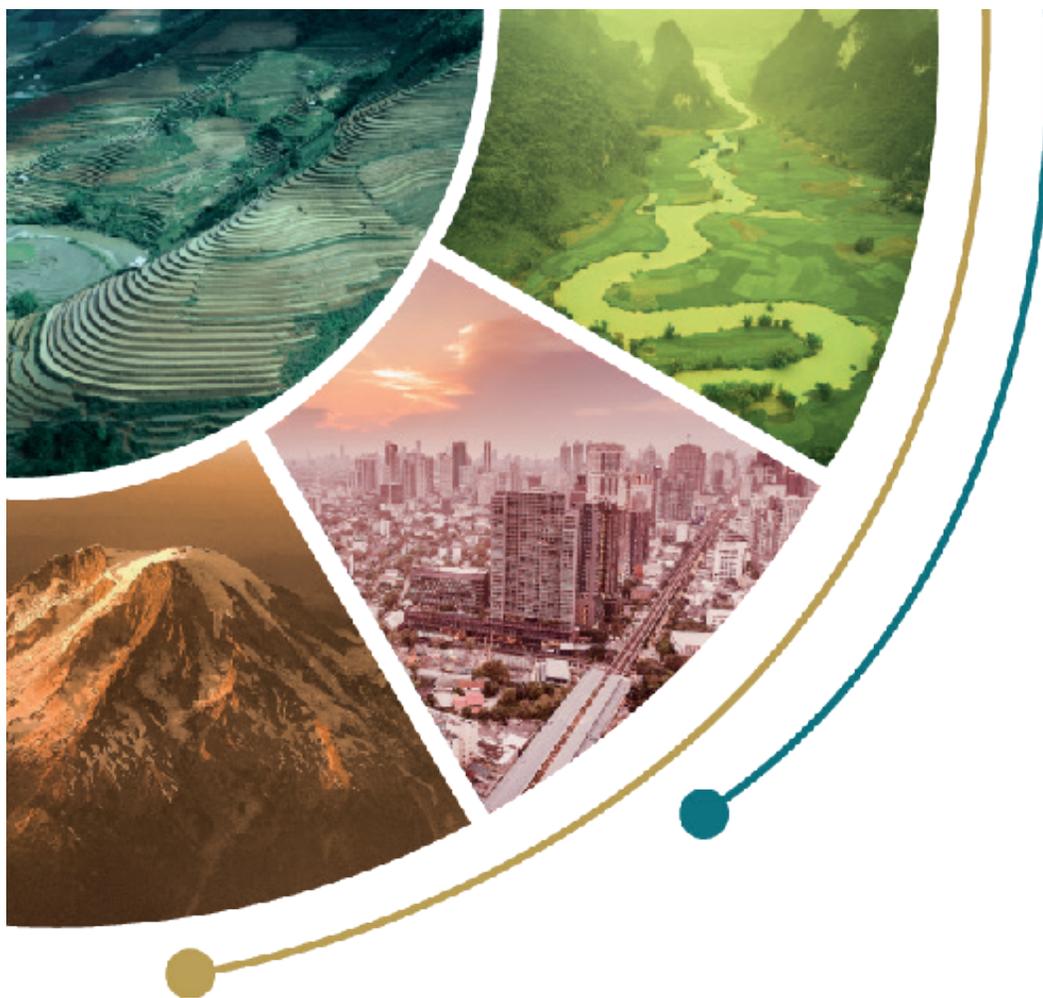
### Resumen:

En el imaginario colectivo, se piensa que las zonas áridas, al no poseer agua de manera visible, no son productivas. En estos ecosistemas, los acuíferos son la principal fuente de abastecimiento, por lo que el manejo hídrico integral entre los aspectos biofísicos, sociales y económicos es fundamental. La subcuenca Guadalupe es un sistema hídrico semiárido de clima mediterráneo de 2 400 km<sup>2</sup> ubicado en el estado de Baja California, México. En ella se desarrollan actividades agrícolas, destacando el Valle de Guadalupe y Ojos Negros con la producción de vid, olivo, hortalizas, algunos cítricos y cultivos para forraje; aprovechamiento de especies maderables en la Sierra Juárez, zona alta del sistema; así como actividades ecoturísticas que van desde el Parque Nacional Constitución de 1857 en la parte alta, hasta el humedal de La Misión, ubicado en la desembocadura del arroyo Guadalupe hacia el océano Pacífico. A pesar de que la zona se encuentra bajo las directrices del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California y del Programa de Ordenamiento Ecológico del corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe, estos instrumentos no atienden las implicaciones socio ecológicas y socioeconómicas de la cuenca como unidad funcional del ecosistema. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es identificar, describir y cartografiar los servicios ecosistémicos de subcuenca Guadalupe. Para ello, se analizó 1) la bibliografía para un metaanálisis e identificación de servicios ecosistémicos y 2) el ciclo hidrológico para identificar las variables a cartografiar en mapas temáticos. Los principales resultados son 1) la subcuenca ofrece 24 servicios ecosistémicos; 2) un sistema de información geográfica sobre el proceso de infiltración hídrica, determinando el aprovechamiento de 81 millones de m<sup>3</sup> de agua procedente de los acuíferos subyacentes. Así mismo, se ilustró el proceso de erosión hídrica para el transporte y acumulación de arenas, material pétreo del que se exportan hasta 925 toneladas al año. Se espera que los resultados aporten al manejo integrado de la subcuenca Guadalupe, incrementando la percepción de los habitantes sobre la interdependencia del sistema hidrológico con el resto de los recursos naturales asociados y su productividad.

### Abstract:

In the collective imagination, it is thought that arid zones, since they do not have water in a visible way, are not productive. However, the most productive areas of the planet have been built in these ecosystems, where aquifers are the main source of water supply and, therefore, integrated watershed management is a priority. The Guadalupe sub-basin is a semi-arid water system with a Mediterranean climate of 2,400 km<sup>2</sup> located in the state of Baja California, Mexico. Agricultural activities are developed in it, highlighting the Valle de Guadalupe and Ojos Negros with the production of vines, olive trees, vegetables, some citrus fruits, and forage crops; use of timber species in the Sierra Juárez, high zone of the system; as well as ecotourism activities that range from The "Constitución de 1857" National Park in the upper part, to the La Misión wetland, located at the mouth of the Guadalupe stream into the Pacific Ocean. Even though the area is under the guidelines of the Ecological Planning Program of the State of Baja California and the Ecological Planning Program of the San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe corridor, these instruments do not address the socio-ecological and socio-economic implications of the watershed as a functional unit of the ecosystem. Therefore, the objective of this research is to identify, describe and map the ecosystem services of the Guadalupe sub-basin. For this, 1) the bibliography was analyzed for a meta-analysis and identification of ecosystem services and 2) the hydrological cycle to identify the variables to be mapped in thematic maps. The main results are 1) the sub-basin offers 24 ecosystem services; 2) a geographic information system on the water infiltration process, determining the use of 81 million m<sup>3</sup> of water from the underlying aquifers. Likewise, the process of water erosion for the transport and accumulation of sand, a stone material from which up to 925 tons per year are exported, was illustrated. The results are expected to contribute to the integrated management of the Guadalupe sub-basin, increasing the inhabitants' perception of the interdependence of the hydrological system with the rest of the associated natural resources and their productivity.

\*Correo electrónico: cuscanga@uabc.edu.mx



## 6. Gestión del territorio / Land management



XXIV Congreso SELPER México

Geomática para el  
desarrollo sostenible

VIRTUAL

## 6.1. Estado y tendencia de la degradación de tierras en Ixtacamaxtitlán, Puebla, México

**Itzel Arroyo <sup>1\*</sup>, Rosalía Castelán <sup>1</sup>, Víctor Tamariz-Flores <sup>1</sup>, Eduardo Torres <sup>1</sup> y Virginia Cervantes<sup>2</sup>**

1. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México;

2. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Ciudad de México, México

### Resumen:

Evaluar la degradación de las tierras es necesario para promover acciones que sirvan para evitar, reducir y revertir el ritmo de deterioro de los recursos naturales. El objetivo de este estudio fue analizar el estado y tendencia de la degradación en Ixtacamaxtitlán, Puebla, México, mediante la determinación de los cambios espaciales y temporales de tres indicadores: Cubierta Terrestre (CT), Dinámica de la Productividad de la Tierra (DPT) y Carbono Orgánico en el Suelo (COS), durante el periodo 2000-2015, a través del uso de datos globales propuestos por la Convención de Lucha Contra la Desertificación. Los resultados mostraron incrementos en tierras de cultivo (6.89 %) y reducciones en pastizales (9.09 %) siendo esta la transición que presentó mayor extensión en el territorio. Las tierras de cultivo mostraron una productividad en declive en el 39 % de su superficie y pérdidas de COS que ascendieron a más de 7 mil toneladas en el periodo de estudio, esto debido a los cambios negativos en la CT.

Se encontró que las áreas consideradas degradadas tienen una extensión del 19 % de aproximadamente 567.68 km<sup>2</sup> del territorio de Ixtacamaxtitlán y es la DPT el indicador en el que se observó mayor deterioro. El municipio presenta una degradación incipiente y solo una pequeña parte muestra una mejora en el periodo de estudio, por lo que la identificación de áreas con procesos de degradación es necesaria para la adecuada planeación, gestión y aplicación de medidas de restauración y recuperación.

### Abstract:

It is necessary to evaluate land degradation to promote actions that serve to avoid, reduce, and reverse the rate of deterioration of natural resources and achieve a neutral effect on land degradation. This study aimed to analyze the state and trend of degradation in Ixtacamaxtitlán, Puebla, Mexico, by determining changes in three indicators: Land Cover (LC), Land Productivity Dynamics (LPD) and Soil Organic Carbon (SOC), during the period 2000-2015, using global data proposed by the United Nations Convention to Combat Desertification. The results showed increases in farmland (6.89 %) and reductions in grasslands (9.09 %), this being the transition that presented the greatest extension in the territory. Cropland showed declining productivity in 39% of its area and SOC losses that amounted to more than 7 thousand tons in the study period, due to negative changes in TC. It was found that the areas considered degraded have an extension of 19% of approximately 567.68 km<sup>2</sup> of the territory of Ixtacamaxtitlán and the DPT is the indicator in which the greatest deterioration was left. The municipality presents incipient degradation and only a small part shows improvement in the study period, so the identification of areas with degradation processes in this work is necessary for the proper planning and implementation of restoration measures.

\*Correo electrónico: itzel.arroyoo@alumno.buap.mx

## 6.2. Propuesta de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano sustentable del municipio de San Andrés Cholula, estado de Puebla

**Lucero B. Fortiz**

Universidad Autónoma del Estado de México

### Resumen:

La presente investigación planteó la creación del diseño de un modelo de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano en el municipio de San Andrés Cholula en el Estado de Puebla, que fuera interoperable y multiutilitario, con información de los departamentos de: Movilidad y proyectos urbanos, Alineamiento y número oficial, Uso de suelo y Geomática de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable o SDUS. Actualmente esta dependencia, dio paso a proyectos enfocados a la actualización del modo de gestionar su información espacial y desarrollo urbano, siendo importante porque actualmente están en coordinación para elaborar el nuevo Programa de Desarrollo Urbano Sustentable Municipal, pero estos primeros intentos no resolvieron la falta de coordinación entre departamentos e información dispersa.

Términos como Desarrollo Urbano Sustentable e Interoperabilidad se manejan en este proyecto como procesos que permitan planear el municipio de San Andrés de manera adecuada y regulada, usando información actual y normalizada, estableciendo relaciones de comunicación más cercanas entre operadores y facilitando el intercambio de información espacial establecido en algunas leyes y normas de los distintos niveles de organización.

La revisión de diferentes metodologías se resume en la propuesta metodológica, que está conformada por tres etapas: planeación, diseño y desarrollo, teniendo actividades que se definen en cada una, dando como resultados el establecimiento de criterios para estandarizar la información adquirida y conjuntarla en una base de datos con roles establecidos, donde la información se puede visualizar, consultar y editar en un software de código abierto como es QGIS, con el fin de dar pauta a la concentración y almacenamiento de toda la información espacial de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula en una base de datos aplicando estándares y normalizándola para su proceso; este modelo será un ejemplo de cómo se puede administrar la información para que posteriormente se puedan realizar análisis espaciales que sean integrales y respondan a temáticas de orden social, económico y ambiental.

### Abstract:

The present investigation raised the design and creation of an information system model for the management of urban development in the municipality of San Andrés Cholula in the State of Puebla, which was interoperable and multiutilitarian, with information from the departments of: Mobility and Urban projects, Alignment and official number, Land use and Geomatics of the Secretariat of Sustainable Urban Development or SDUS. Currently, this dependency promoted projects focused on updating the way of managing its spatial information and urban development, standing out because they are currently in coordination to prepare the new Municipal Sustainable Urban Development Program. However, these first attempts did not resolve the lack of coordination between departments and scattered information. Terms such as Sustainable Urban Development and Interoperability are handled in this project as processes that allow the municipality of San Andrés to be planned in an adequate and regulated manner, using current and standardized information, establishing closer communication relationships between operators and facilitating the exchange of established spatial information in some laws and regulations of the different levels of organization. The review of different methodologies is summarized in the methodological proposal, which is made up of three stages: planning, design and development, defining activities in each one, resulting in the establishment of criteria to standardize the acquired information and combine it in a database with established roles, where the information can be viewed, consulted and edited in open source software such as QGIS. Giving guidelines to the concentration and storage of all the spatial information of the Secretariat of Sustainable Urban Development of San Andrés Cholula in a database applying standards and normalizing it for its process; This model will be an example of how information can be managed so that comprehensive spatial analyzes can subsequently be carried out and respond to social, economic, and environmental issues.

\*Correo electrónico: bol61527@gmail.com

### 6.3. Prototipo de un SIG para la evaluación del saneamiento en Morelos

**Yolanda S. Alvarado <sup>1\*</sup>, Brayán de Jesús S. Bahena <sup>2</sup>, René M. Betanzos <sup>3</sup> y Héctor S. Sánchez <sup>1</sup>**

1. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua;
2. Estudiante del Instituto Tecnológico de Cuautla;
3. Consultor independiente

#### Resumen:

Se dice que el saneamiento logrado al cien por ciento permite un adecuado control de los contaminantes en los vertidos de aguas residuales a los ríos y embalses naturales y artificiales y, por tanto, un medio ambiente sano en materia de agua. En este sentido, a pesar de que Morelos no presenta estrés hídrico grave, sus ríos, como la mayoría de los cuerpos receptores del país, están contaminados. Se presenta un Sistema de Información Geográfica para el monitoreo de Aguas Residuales Tratadas en Morelos, a nivel municipal en su versión 1.0, como una herramienta que permite visualizar la evolución de la infraestructura de saneamiento de aguas residuales municipales en los últimos años; el estado de drenaje y alcantarillado por municipio; volúmenes y porcentaje de aguas residuales tratadas y reutilizadas por municipio; así como la identificación de algunos cuerpos receptores de aguas residuales. Finalmente, se indican los diez municipios mejor clasificados de acuerdo a la capacidad instalada y los municipios mejor clasificados según su indicador de Porcentaje de Aguas Residuales Tratadas. En cuanto a la situación de Drenaje y Alcantarillado, se identifican los municipios cuya población tiene servicio Bajo y Muy Bajo, es decir, cobertura menor al 70% de drenaje y alcantarillado.

#### Abstract:

It is said that sanitation, achieved hundred percent, allows adequate control of pollutants in wastewater discharges into rivers and natural and artificial reservoirs and, therefore, a healthy environment in terms of water. In this sense, even though Morelos does not present serious hydric stress, its rivers, like most of the receiving bodies of the country, are contaminated.

Introducing a Geographic Information System for the monitoring of Treated Wastewater in Morelos, at the municipal level in its version 1.0, as a tool that allows visualizing the evolution of the municipal wastewater sanitation infrastructure in recent years; the state of drainage and sewerage by municipality; volumes and percentage of wastewater treated and reused by municipality; as well as the identification of some sewage receiving bodies. Finally, the ten best-ranked municipalities according to installed capacity and the best-ranked municipalities according to their indicator of Percentage of Wastewater Treated are indicated. Regarding the situation of Drainage and Sewerage, the municipalities whose population has Low and Very Low service are identified, that is, coverage of less than 70% of drainage and sewerage.

\*Correo electrónico: [ysolis@tlaloc.imta.mx](mailto:ysolis@tlaloc.imta.mx)

## 6.4. Evaluación del Índice de Sustentabilidad Ambiental como herramienta de análisis de los recursos naturales del estado de Guanajuato

**Norma C. Calderón**

Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

### Resumen:

El territorio guanajuatense enfrenta la pérdida de su entorno natural, derivado de las actividades económicas y humanas. La creciente población ha impuesto una mayor intensidad a la explotación de los recursos naturales, dando como resultado la degradación de ecosistemas y el aumento de residuos. Para los actuales gobiernos resulta impostergable la necesidad de tomar acciones encaminadas a proteger y explotar racionalmente los recursos naturales. El presente trabajo desarrolla la estimación del Índice de Sustentabilidad Ambiental (ISA) para los municipios del estado de Guanajuato, construido bajo el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER)<sup>1</sup>. Debido a que la información utilizada para construir indicadores ambientales es amplia y diversa, se requiere un marco conceptual que permita estructurarla; el modelo PER está basado en la premisa "las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente, y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales. Asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales". La base del ISA reside en la estructuración de tres componentes de acuerdo al modelo PER; para cada componente se establecen una serie de indicadores y variables, para el presente ejercicio se estructuraron tres componentes: 1) Presiones sobre el medio ambiente (con 3 indicadores y 24 variables); 2) Estado del medio ambiente (con 2 indicadores y 17 variables); 3) Respuesta y vulnerabilidad (con 5 indicadores y 40 variables). El análisis de los componentes antes descritos se desarrolló en 3 etapas. Entre las principales conclusiones sobresale que las presiones ejercidas sobre los recursos naturales por las actividades humanas a nivel estatal, se localizan principalmente en los municipios del corredor industrial, así como en los municipios que limitan con el estado de Querétaro.

<sup>1</sup>OECD. (1993). Environmental Performance and Information Division. Obtenido de OECD Environmental Indicators: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En)

### Abstract:

The Guanajuato territory faces the loss of its natural environment, derived from economic and human activities. The growing population has forced a greater intensity in the exploitation of natural resources, resulting in the degradation of ecosystems and the increase in waste.

For the current governments, the need to take actions aimed at protecting and rationally exploiting natural resources cannot be postponed. This paper develops the estimation of the Environmental Sustainability Index (ISA) for the municipalities of the state of Guanajuato, built under the Pressure-State-Response (PER)<sup>1</sup> model. The information used to build environmental indicators is wide and diverse, for this reason a conceptual framework is required that allows it to be structured; The PER model is based on the premise that "human activities exert pressure on the environment, and change the quality and quantity of natural resources. Likewise, society responds to these changes through environmental, economic and sectoral policies". The basis of the ISA resides in the structuring of three components according to the PER model; For each component, a series of indicators and variables are established. Three components were structured for this exercise: 1) Pressures on the environment (with 3 indicators and 24 variables); 2) State of the environment (with 2 indicators and 17 variables); 3) Response and vulnerability (with 5 indicators and 40 variables). The analysis of the components described above was developed in 3 stages. Among the main conclusions, it stands out that the pressures exerted on natural resources by human activities at the state level are located mainly in the municipalities of the industrial corridor, as well as in the municipalities that border the state of Querétaro.

<sup>1</sup>OECD. (1993). Environmental Performance and Information Division. Obtenido de OECD Environmental Indicators: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En)

Correo electrónico: [ncalderon@ciatec.mx](mailto:ncalderon@ciatec.mx)

## 6.5. Portal para el análisis de riesgos y mitigación de desastres en el estado de Guerrero, México

**Rubén Rodríguez-Camargo, Sulpicio Sánchez-Tizapa y Alma Villaseñor-Franco \***

Universidad Autónoma de Guerrero

### Resumen:

Los desastres ocasionados por fenómenos de origen natural, entre ellos los atmosféricos, hidrológicos, climatológicos o geológicos, en los últimos años ocasionaron pérdidas económicas en ciudades y comunidades, por lo que se busca reforzar su resiliencia. La Agenda 2030 de la ONU busca mejorar las condiciones de vida en todos los países por medio de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” se enfoca en que las comunidades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, el 13 “Acción por el clima” se enfoca en el combate al cambio climático, mientras que el 9 en “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación”, como el desarrollo de geotecnología. El objetivo de este trabajo fue establecer un portal y un geoportal para el análisis de riesgos y mitigación de desastres en el estado de Guerrero administrado por el cuerpo académico Riesgos Naturales y Geotecnología (UAGro CA-93); se establecieron zonas de riesgo, también se almacenó información georreferenciada de los fenómenos naturales para su monitoreo y, posteriormente emitir alertas a la población o a la zona donde ocurra algún fenómeno con el fin de mitigar el peligro. En la primera etapa se instaló el Servidor del Cuerpo Académico Riesgos Naturales y Geotecnología, el cual sirve como repositorio de los proyectos de los investigadores, las investigaciones y tesis de la Facultad de Ingeniería de la UAGro. En una segunda etapa se desarrolló un geoportal para la detección, monitoreo y predicción de riesgos, así como análisis de riesgos; En una etapa posterior se establecerá un sistema de alertas tempranas, por lo que se establecerá una vinculación con las autoridades. Esto permitirá establecer estrategias que coadyuven en la prevención de desastres y a contribuir con los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

### Abstract:

Disasters caused by natural phenomena, including atmospheric, hydrological, climatological, or geological, have caused economic losses in cities and communities in recent years, and efforts are being made to strengthen their resilience. The UN 2030 Agenda seeks to improve living conditions in all countries through the Sustainable Development Goals (SDGs). SDG 11 “Sustainable cities and communities” focuses on making communities more inclusive, safer, resilient, and sustainable, while SDG 13 “Climate Action” focuses on combating climate change, while SDG 9 on “Building resilient infrastructure, promoting sustainable industrialization and fostering innovation”, such as the development of geotechnology. The objective of this work was to establish a portal and a geoportal for risk analysis and disaster mitigation in the state of Guerrero administered by the Academic Body Natural Risks and Geotechnology (UAGro CA-93); risk zones were established, geo-referenced information on natural phenomena was also stored for monitoring and, subsequently, to issue alerts to the population or to the area where a phenomenon occurs to mitigate the hazard.

In the first phase, the Server of the Academic Body Natural Risks and Geotechnology was installed, which serves as a repository for researchers' projects, research, and theses of the Faculty of Engineering of the UAGro. In a second phase, a geoportal was developed for the detection, monitoring and prediction of risks as well as risk analysis. At a later stage, an early warning system will be set up and a link will be established with the authorities. This will make it possible to establish strategies that help prevent disasters and contribute to the Sustainable Development Goals.

\*Correo electrónico: [almafranco@uagro.mx](mailto:almafranco@uagro.mx)

## 6.6. Determinación de áreas óptimas para un relleno sanitario en Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora y Pedro Carbo, provincia del Guayas

**Javier J. Sandoya \* y Renato J. Arévalo**

Universidad Agraria del Ecuador

### Resumen:

La generación de residuos sólidos está relacionada directamente al crecimiento poblacional y al desarrollo urbano de la sociedad, el aumento de la cantidad de residuos se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales a resolver por parte de los GAD's. En el presente estudio se planteó determinar áreas óptimas para un relleno sanitario mediante análisis espacial de geoinformación para la planificación de la gestión ambiental mancomunada de Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora y Pedro Carbo, en la provincia del Guayas. La metodología

En un análisis de decisión multicriterio con combinación lineal ponderada (WLC), basada en Sistema de Información Geográfica (GIS), y recopilación de información sobre el estado actual de los botaderos, cantidad de residuos sólidos generados, y cálculo de área requerida. Para el modelo multicriterio se analizaron ocho variables: tipos de suelo, grado de pendiente, precipitación, distancia a zonas urbanas, escolares, cuerpos hídricos, fallas geológicas y acuíferos. Los resultados revelaron que los vertederos actuales incumplen con la normativa ambiental. Entre los cantones suman una generación promedio diaria de 44,12 toneladas. El área requerida proyectada al 2040 para un relleno sanitario mancomunado es 10,79 hectáreas. El 2,07% de la superficie total de estudio se considera óptimo para la construcción de un relleno sanitario, dividido en 13 áreas (ha) y finalmente cinco seleccionadas. Concluyendo que se debe realiza una visita in situ a las zonas de estudio para confirmar que las áreas determinadas como óptimas no representan afectaciones ambientales ni económicas a los cantones.

### Abstract:

The generation of solid waste is directly related to population growth and the urban development of society, the increase in the amount of waste has become one of the main environmental problems to be solved by the GAD's. In the present study, it was proposed to determine optimal areas for a sanitary landfill through spatial analysis of geoinformation for the planning of the joint environmental management of Lomas de Sargentillo, Isidro Ayora and Pedro Carbo, in the province of Guayas. The methodology is based on a multicriteria decision analysis with weighted linear combination (WLC), based on Geographic Information System (GIS), and collection of information on the current state of the dumps, amount of solid waste generated, and the calculation of required area. Eight variables were analyzed for the multicriteria model: types of soil, degree of slope, precipitation, distance to urban areas, schools, water bodies, geological faults, and aquifers. The results revealed that the current landfills fail to comply with environmental regulations. Among the cantons, they add up to an average daily generation of 44.12 tons. The required area projected to 2040 for a joint sanitary landfill is 10.79 hectares, 2.07% of the total study area is considered optimal for the construction of a sanitary landfill, divided into 13 areas (ha) and finally five selected. Concluding that an on-site visit to the study areas should be carried out to confirm that the areas determined as optimal do not represent environmental or economic effects on the cantons.

\*Correo electrónico: javiersandoyam@gmail.com

## 6.7. Caracterización de las microempresas esenciales durante COVID 19 en el valle de Mexicali

**Gabriela M. Méndez\* y Fabiola M. De Dios Denegri**

Universidad Autónoma de Baja California

### Resumen:

Hace más de un año el mundo se declaró en estado de emergencia ante la nueva cepa del coronavirus el SARS-CoV-2 también conocido como Covid 19, ocasionando de los gobiernos emplearan medidas de protección para las personas, así como protocolos que redujeran la exposición de las personas al contagio. El gobierno mexicano empleó la campaña de salud pública “Quédate en casa” logrando así que se quedaran en casa ya que de esta forma se minimizaría el contagio, eso provocó que las personas cambiaran sus hábitos de compra y por ende las formas en las que las empresas venden su mercancía. Además de dicha campaña, también designó que había empresas que no eran esenciales durante la contingencia y que por lo tanto deberían de cerrar; mientras que las que sí eran esenciales se les permitió estar abiertas al público, siempre que cumplieran con los protocolos marcados por la secretaría de salud. El objetivo de esta investigación es caracterizar a las microempresas que sí fueron esenciales en el valle de Mexicali, a partir de la información ofrecida por el directorio nacional de Unidades Económicas (DENUE), el estudio se hará especialmente de Ciudad Guadalupe Victoria, Colonia Venustiano Carranza, Ciudad Coahuila y Ciudad Morelos, son cuatro de las localidades con mayor movimiento económico en el valle de Mexicali. El Covid 19, no solo puso en evidencia la fragilidad humana, también lo hizo con las empresas, ya que gran parte de ellas no contaban con la preparación previa para hacer frente a la contingencia, y muchas de ellas dejaron de ofrecer sus servicios definitivamente trayendo consigo grandes cambios.

### Abstract:

More than a year ago, the world declared a state of emergency due to the new strain of the coronavirus, SARS-CoV-2, also known as Covid 19, causing governments to use protection measures for people as well as protocols that reduce the exposure of people to contagion. The Mexican government used the public health campaign “Stay at home” since this way contagion would be minimized, which caused people to change their buying habits and therefore the ways in which companies sell their merchandise. In addition to this campaign, it was also designated that there were companies that were not essential during the contingency and therefore should close; while those that were essential were allowed to be open to the public, if they complied with the protocols set by the health secretary. The objective of this research is to characterize the microenterprises that were essential in the Mexicali Valley, based on the information provided by the National Directory of Economic Units (DENUE). The study is carried out especially in Ciudad Guadalupe Victoria, Colonia Venustiano Carranza, Ciudad Coahuila, and Ciudad Morelos, which are four of the localities with the greatest economic movement in the Mexicali Valley. COVID 19 not only highlighted human fragility, it also did so with companies, since a large part of them did not have prior preparation to deal with the contingency, and many of them definitively stopped offering their services, bringing big changes.

\*Correo electrónico: gabriela.martinez45@uabc.edu.mx

## 6.8. La expansión urbana de Monterrey, N.L., México

**Roberto Ponce López, D. Fabián Lozano-García\*,  
Sebastian Fajardo, Alicia Landín y Pedro Pacheco**

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey

### Resumen:

La población de la zona conurbada de Monterrey se ha incrementado de 2.6 millones en 1990 a 4.5 millones en 2020\*. En este periodo la población aumentó 68%, es decir 1.7 veces. El propósito de esta investigación fue documentar el proceso de expansión territorial del área metropolitana de Monterrey, ahondando en algunas de las causas y consecuencias de este proceso de crecimiento. El proceso de cambio ha involucrado una transformación de la morfología de la ciudad: la transición de una ciudad monocéntrica a una policéntrica. La nueva morfología plantea una serie de retos en la gestión de usos de suelo y transporte para crear comunidades integradas a la zona funcional de la ciudad, subcentros de actividad con buenos niveles de accesibilidad a oportunidades de trabajo, ocio y consumo, así como comunidades vibrantes e integradas socialmente en el entorno urbano.

El objetivo de nuestro proyecto es contar la historia de este proceso de urbanización a partir de datos, evidencia empírica y análisis espacial, con la finalidad de contribuir a generar una discusión colectiva y ciudadana acerca de la visión de futuro que queremos para la ciudad de Monterrey.

### Abstract:

The population of the Monterrey metropolitan area has increased from 2.6 million in 1990 to 4.5 million in 2020\*. In this period the population increased 68%, that is, 1.7 times. The purpose of this research was to document the territorial expansion process of the Monterrey metropolitan area, delving into some of the causes and consequences of this growth process. The process of change has involved a transformation of the city's morphology: the transition from a monocentric city to a polycentric one. The new morphology approaches a series of challenges in the management of land use and transportation to create communities integrated into the functional area of the city; activity sub-centers with good levels of accessibility to work, leisure and consumption opportunities, as well as vibrant communities that are socially integrated into the urban environment. The objective of our project is to tell the story of this urbanization process based on data, empirical evidence, and spatial analysis, to contribute to generating a collective and civil discussion about the vision of the future that we want for the city of Monterrey.

\*Correo electrónico: [dflozano@tec.mx](mailto:dflozano@tec.mx)



## **7. Infraestructura (vivienda, transporte, energía, agua) / Infrastructure (housing, transport, energy, water)**



XXIV Congreso SELPER México

Geomática para el desarrollo sostenible

VIRTUAL

## 7.1. La Red Nacional de Caminos, marco sistémico geoespacial de la movilidad y el transporte en México

**M.A. Backhoff Pohls <sup>1\*</sup>, Vázquez, J.C <sup>1</sup>, M.J. González <sup>1</sup> y B.E Morales <sup>1</sup>, T. Carrillo <sup>2</sup>, T. Velázquez <sup>2</sup> y R. Carrasco <sup>2</sup>**

1. Instituto Mexicano del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. San Fandila s/n Querétaro, México.

2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Agascalientes, México.

### Resumen:

La RNC, resultado de un esfuerzo interinstitucional SCT-IMT y el INEGI, es la representación cartográfica, en formato digital y georeferenciada, de la red oficial de transporte terrestre que integra las carreteras, vialidades y caminos del país, modelada y estructurada con el fin de facilitar el cálculo de rutas, manteniendo la conectividad con servicios de interconexión de transporte como aeropuertos, puertos, estaciones de ferrocarril, entre otros. Integra la totalidad de las carreteras pavimentadas del país, las vialidades de las localidades urbanas y rurales con las que se conectan, vías fluviales donde se transbordan vehículos, la mayoría de los caminos rurales servicios de interconexión de transporte como aeropuertos, puertos, estaciones de ferrocarril, aduanas, puentes y túneles, sitios de esparcimiento y recreativos, sitios de interés para el turismo, entre otros. Durante el año pasado se realizaron acciones a fin de mantenerla vigente, actualizada y ampliar su alcance hacia la integración multimodal, a partir de un eje estructurador definido por el uso intensivo de geotecnologías; para esto, se establecieron los mecanismos de seguimiento y participación interinstitucional, acceso, difusión y uso, así como el esquema de gestión y aseguramiento de la calidad y confiabilidad de la información; se complementa con la cartografía analógica disponible, aunado a la utilización de los servicios de ortofotos e imágenes SPOT, servicios de imágenes satelitales de ESRI y Google con lo cual se integró, modeló y estructuró con un enfoque a ruteo multipropósito, consolidándose como la plataforma para la planeación y gestión del transporte y la movilidad en México.

### Abstract:

The National Road Network (RNC) is the digital and georeferenced cartographic representation of the country's road infrastructure with high precision and scale of great detail, conformed under international standards and the rigorous applicable regulatory framework of the National System of Statistical and Geographic Information (SNIEG), the result of an inter-institutional effort Secretariat of Communications and Transport and Mexican Institute of Transport (SCT-IMT) and National Institute of Statistics and Geography (INEGI) articulated by more than 200 public servants involved in its edition, modeling, validation, structuring and management. It includes the total paved network and an important part of the unpaved roads of Mexico, the roads of the urban and rural localities with which they connect, waterways and maritime routes where vehicles are transferred and, additionally, transport interconnection services such as airports, ports, railway stations, customs, bridges and tunnels, recreational and recreational sites, sites of interest for tourism, among. In response to the mandate indicated in the declaration of the RNC as Information of National Interest, which establishes that it will be official and mandatory for the three levels of government in the country and in the same way it is indicated that it will correspond to the SCT-IMT and the INEGI, within the framework of their respective competences, generate on a regular and periodic basis the updates of the single base of said Network, during the course of 2020 actions were carried out in order to keep it current, updated and expand its scope towards multimodal integration.

\*Correo electrónico: backhoff@imt.mx

## 7.2. Caracterización hidrodinámica de ductos con topografía definida para el transporte de hidrocarburos

**Erick Serna <sup>1\*</sup>, Sergiy Sadovnychiy <sup>2</sup> y Samuel Moya <sup>2</sup>**

1. Programa de Doctorado del Instituto Mexicano del Petróleo

2. Instituto Mexicano del Petróleo

### Resumen:

Una de las tareas para detectar fugas y tomas clandestinas, es realizar el modelado matemático del comportamiento hidrodinámico en ductos sin derivaciones, con la correcta construcción del perfil de presión a lo largo de la conducción, a partir del uso de la ecuación general de energía. Para su implementación, es importante considerar condiciones iniciales, tales como topografía del ducto con elevación, que es obtenida a través de sistemas de información geográfica (GIS), propiedades del fluido y variables hidrodinámicas del ducto adquiridas en tiempo real a través de medidores de flujo, presión y temperatura.

Sin embargo, resultados obtenidos de nuestra investigación, han demostrado que al utilizar la ecuación general de energía en casos reales, es necesario considerar la variación de los parámetros hidrodinámicos medibles que pueden ser fuertemente afectados por factores externos (cambio climático, cambios en la dirección, elevación en el transporte, efecto Venturi, envejecimiento propio del ducto, ruido eléctrico, etc.) y, que en consecuencia, afectan los resultados finales en la determinación y localización de fugas y tomas clandestinas. Para efectos de practicidad y de facilitar el uso de la ecuación general de energía, es frecuente que para su resolución se empleen datos idealizados en las variables a sustituir, que dan como resultado valores numéricos con omisiones de información que traen como consecuencia, inexactitudes y errores discordantes a la realidad. El presente trabajo tiene como objetivo plantear una metodología para la caracterización hidrodinámica, utilizando como caso de estudio el modelado matemático de un ducto de Petróleos Mexicanos que transporta gas licuado, con una longitud de ochenta y tres kilómetros con topografía definida y que presenta cambios de elevación. Así mismo se tiene como finalidad mostrar los resultados obtenidos a partir de la implementación de la ecuación general de energía para el cálculo del perfil de presión con sus respectivas variables involucradas.

### Abstract:

One of the tasks to detect leaks and clandestine intakes is to carry out the mathematical modeling of the hydrodynamic behavior in pipelines without derivations, with the correct construction of the pressure profile along the pipeline, based on the use of the general energy equation. For its implementation, it is important to consider initial conditions, such as topography of the pipeline with elevation, which is obtained through geographic information systems (GIS), properties of the fluid and hydrodynamic variables of the pipeline acquired in real time using flow meters, pressure, and temperature. However, results obtained from our research have shown that when using the general energy equation in real cases, it is necessary to consider the variation of measurable hydrodynamic parameters that can be strongly affected by external factors (climate change, changes in direction, transport elevation, Venturi effect, duct aging, electrical noise, etc.) and, consequently, affect the results in the determination and location of leaks and clandestine intakes. For purposes of practicality and to facilitate the use of the general energy equation, idealized data are often used for its resolution in the variables to be substituted, which result in numerical values with omissions of information that result in inaccuracies and errors that are inconsistent with reality. The objective of this work is to propose a methodology for hydrodynamic characterization, using as a case study the mathematical modeling of a Petróleos Mexicanos pipeline that transports liquefied gas, with a length of eighty-three kilometers with defined topography and that presents changes in elevation. Likewise, the purpose is to show the results obtained from the implementation of the general energy equation for the calculation of the pressure profile with its respective variables involved.

\*Correo electrónico: [eserna@imp.mx](mailto:eserna@imp.mx)

### 7.3. Los costos de la expansión urbana - vialidades. El caso de Monterrey, N.L.

**Roberto Ponce López, D. Fabián Lozano-García\*,  
Sebastian Fajardo, Alicia Landín y Pedro Pacheco**

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey

#### Resumen:

Entre 1990 y el 2019, la densidad del área metropolitana de Monterrey (AMM) pasó de 7,377 habitantes por kilómetro cuadrado (km<sup>2</sup>) a 4,451. En un periodo de 30 años, observamos una caída del 39% en la densidad. Al mismo tiempo, la población de la zona conurbada de Monterrey se ha incrementado de 2.6 millones en 1990 a 4.5 millones en 2020\*. En este periodo la población aumentó 68%, es decir 1.7 veces.

En este trabajo analizamos el proceso de expansión desde la perspectiva de la construcción y mantenimiento de vialidades. Para ello, se construyó la cartografía de vialidades del AMM y con base en los datos de catastro se midió el ancho de las calles para calcular la superficie pavimentada. Con base en entrevistas a especialistas se determinaron los ciclos y tipos de mantenimiento de las vialidades. Se construyeron distintos escenarios de mantenimiento y calcularon los costos finales. Esta infraestructura representa un enorme valor de inversión pública, se trata de un activo fijo que requiere mantenimiento para garantizar sus condiciones óptimas de uso. Los costos de mantenimiento de las vialidades pueden llegar a ser tan altos como el presupuesto total de inversión de los municipios.

#### Abstract:

Between 1990 and 2019, the density of the Monterrey Metropolitan Area (AMM) went from 7,377 inhabitants per square kilometer (km<sup>2</sup>) to 4,451. Over a 30-year period, we see a 39% drop in density. At the same time, the population of the Monterrey metropolitan area has increased from 2.6 million in 1990 to 4.5 million in 2020\*. In this period the population increased 68%, that is, 1.7 times. In this paper we analyze the expansion process from the perspective of road construction and maintenance. To do this, the road mapping of the AMM was built and based on the cadaster data, the width of the streets was measured to calculate the paved surface. Based on interviews with specialists, the cycles and types of road maintenance were determined. Different maintenance scenarios were proposed, and their final costs were calculated. This infrastructure represents an enormous value in public investment, it is a fixed asset that requires maintenance to guarantee its optimal conditions of use. Road maintenance costs can be as high as the total investment budget of the municipalities.

\*Correo electrónico: dflozano@tec.mx

## 7.4. Uso y aplicación de los SIG en la modelación hidráulica de presiones en redes de distribución de agua

**Hugo Guerra Puente <sup>1</sup>, Víctor Hugo Guerra Cobián <sup>2\*</sup>, José Luis Bruster Flores <sup>3</sup>, Adrián Leonardo Ferriño Fierro <sup>3</sup> y Fabiola D. Yépez Rincón <sup>4</sup>**

1. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León;

2. Centro Internacional del Agua, Instituto de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León;

3. Subdirección de Vinculación, Instituto de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León;

4. Departamento de Geomática, Instituto de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

### Resumen:

El presente trabajo, se utilizaron los SIG como herramienta para la obtención de parte de los archivos para la elaboración de un modelo matemático utilizado en la modelación de presiones en un Distrito Hidrométrico (DH). El objetivo consistió en determinar, mediante simulaciones, las fugas en el distrito hidrométrico como parte de la gestión de fugas.

Los archivos empleados en la modelación, se obtuvieron de información vectorial tipo Shape. El departamento de geoinformática de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, proporcionó los archivos vectoriales de las tuberías, intersecciones, válvulas, hidrantes, tanques, delimitaciones de los sectores, zonas de presión de los tanques, medidores, circuitos, predios del distrito, entre otros. Además, se emplearon MDE para determinar las profundidades de las tuberías y accesorios de la red. Se estableció un procedimiento paso a paso, utilizando las funciones y/o extensiones de ArcGIS, para la creación de los archivos geoespaciales utilizados en el modelo hidráulico.

Finalmente, los resultados muestran que se pueden obtener de forma rápida y automatizada los datos geoespaciales para el modelo hidráulico. Lo anterior permite invertir más tiempo en el proceso de calibración y validación del modelo hidráulico.

### Abstract:

In the present work, we used GIS as a tool to obtain part of the files for the elaboration of a mathematical model used in the modeling of pressures in a District Metered Area (DMA). The objective was to determine, through a methodology, the information necessary to perform the simulations of the hydraulic pressures in the hydrometric district as part of the active management of water losses and leaks. We used Shapefile vector information in the modeling. The geo-informatics department of Water and Sewer Services of Monterrey provided Shapefile of the pipes, intersections, valves, hydrants, tanks, delimitations of the sectors, pressure zones of the tanks, meters, circuits, district properties, among others. In addition, we used raster files, which represented digital elevation models (DEM) to determine the depths of the pipes and accessories of the network. Likewise, we established a step-by-step procedure, using ESRI® ArcGIS functions and extensions, for the creation of the geospatial files used in the hydraulic model.

Finally, the results show that geospatial data for the hydraulic model can be obtained quickly and automatically. This allows us, more time, to be spent in the calibration and validation process of the hydraulic model.

\*Correo electrónico: victor.guerracb@uanl.edu.mx

## 7.5. La influencia de los materiales de construcción en techos en la formación de islas de calor en la Zona Metropolitana de Monterrey

**Andrea Escobedo Tamez \* y Fabiola Yépez Rincón**

Departamento de Geomática, Instituto de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

### Resumen:

El aumento en la concentración de personas que viven en las ciudades hacen que estas sean susceptibles a fenómenos meteorológicos como las ondas de calor extremo, que debido al cambio climático se prevé serán más severas en los próximos años. Aún cuando las islas de calor urbano en la superficie (SUHI por sus siglas en inglés) están bien investigadas en todo el mundo, se han hecho pocos estudios para ciudades medianas y grandes de América Latina. La Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), representaría un punto crítico por su ubicación geográfica y su empuje económico que provocará un crecimiento urbano futuro más pronunciado. Al urbanizar, la morfología de la ciudad cambia; la topografía, vialidades y techos de las edificaciones son las modificaciones más notorias. Se conoce que las características de los techos representan un factor importante en el fenómeno de las islas de calor urbano. El valor del albedo de los materiales (el porcentaje de la energía solar reflejada por una superficie) puede ayudar a intensificar o disminuir el efecto de emisividad del calor. De acuerdo con una clasificación de uso de suelo de la ZMM del 2019 los materiales más utilizados para la construcción de techos son el concreto y el acero.

Una de las maneras más utilizadas para estudiar las islas de calor urbanas es mediante la clasificación por Zonas Climáticas Locales (Local Climate Zones, LCZ) de acuerdo con la World Urban Database and Access Portal Tools (WUDAPT), que relaciona el clima de estructura urbana y cobertura del suelo, además de otras variables relacionadas con los elementos construidos y propiedades térmicas de los materiales, para clasificar las ciudades según su tipo de edificaciones y cobertura de suelo. Para este estudio se mapeó la ZMM siguiendo la clasificación LCZ utilizando Google Earth y modelos digitales de alturas generados a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano CEM V3. Esta clasificación se comparó con una imagen térmica y con datos sobre los materiales de los techos de las construcciones en 10 sitios de la zona metropolitana para encontrar la relación que existe entre ellos.

### Abstract:

The increase in the concentration of people living in cities makes them susceptible to meteorological phenomena such as extreme heat waves, which due to climate change are expected to be more severe in the coming years. Even when urban heat islands on the surface (SUHI) are well researched throughout the world, few studies have been done for medium and large cities in Latin America. The Monterrey Metropolitan Area (ZMM, referred to by its spanish acronym), would represent a critical point due to its geographical location and its economic drive that will cause a more pronounced future urban growth. When it is urbanized, the morphology of the city changes; the topography, roads and roofs of the buildings are the most notorious modifications. It is known that the characteristics of the roofs represent an important factor in the phenomenon of urban heat islands. The albedo value of materials (the percentage of solar energy reflected by a surface) can help to intensify or diminish the emissivity effect of heat. According to a 2019 land use classification of the ZMM, the most used materials for roof construction are concrete and steel. One of the most widely used ways to study urban heat islands is by classifying them by Local Climate Zones (LCZ) according to the World Urban Database and Access Portal Tools (WUDAPT), which relates the climate of urban structure and land cover, in addition to other variables related to the built elements and thermal properties of materials, to classify cities according to their type of buildings and land cover. For this study, the ZMM was mapped following the LCZ classification using Google Earth and digital height models generated from Continuo de Elevaciones Mexicano CEM V3. This classification was compared with a thermal image and data on the roofing materials of buildings in 10 sites in the metropolitan area to find the relationship between them. 10 sitios de la zona metropolitana para encontrar la relación que existe entre ellos.

\*Correo electrónico: andreaescobedo6200@gmail.com



## 8. Riesgos naturales o antropicos / Natural or man- made hazards



XXIV Congreso SELPER México

Geomática para el  
desarrollo sostenible

VIRTUAL

## 8.1. Relación de la sequía meteorológica e hidrológica en la subcuenca chancos, Ancash, Perú

**Henri Salvador Macedo García**

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú

### Resumen:

La sequía se conoce como un evento extremo de aparición lenta que puede tener varios impactos en la hidrología, la agricultura y el nivel socioeconómico. El monitoreo de la sequía, incluida su gravedad, espacio y duración, es un requisito y se convierte en un instrumento esencial para establecer un plan de gestión y mitigación del riesgo de sequía. Se han introducido y aplicado muchos índices de sequía en regiones con diferentes características climáticas en las últimas décadas. Este documento tiene como objetivo relacionar el índice de precipitación estandarizado (SPI), y el índice de caudal estandarizado (SSI) en la subcuenca Chancos, Ancash, Perú. Para abordar este problema, en primer lugar, este documento utilizara datos de precipitaciones y caudales mensuales de la Autoridad Nacional de Agua (ANA) para calcular el índice de precipitación estandarizado (SPI) y el índice de caudal estandarizado (SSI). El análisis estadístico incluirá la correlación de Pearson ( $r$ ) y Spearman rho ( $r_s$ ), se aplicarán para examinar el grado de consistencia entre los índices de sequías SPI y SSI. Además, el análisis comparativo se realizó superponiendo el índice de sequía SPI y SSI en múltiples escalas tiempo de 6 y 12 meses. El estudio revelará si existen una similitud entre el índice de sequía SPI y el SSI según el coeficiente de correlación que se obtenga entre ellos. Además, el análisis comparativo de cada año hidrológico mostrará si el índice de sequía SPI y el SSI están correlacionados y si existe un patrón similar. Los resultados del estudio mostraran el desempeño de los índices de sequía SSI y SPI para identificar periodos secos y húmedos, así mismo permitirá validar la metodología propuesta y sustentarla como una herramienta de evaluación del déficit hídrico en una serie de tiempo histórico.

### Abstract:

Drought is known as a slow onset extreme event that can have various impacts on hydrology agriculture and socio-economic status. Drought monitoring including its severity spacing and duration is a requirement and becomes an essential tool for establishing a drought risk management and mitigation plan. Many drought indices have been introduced and applied in regions with different climatic characteristics in recent decades. This paper aims to compare the standardized precipitation index (SPI) with the standardized streamflow index (SSI) in the Chancos sub-basin, Ancash, Peru. To address this problem first this paper will use monthly precipitation and flow data from the National Water Authority (ANA) to calculate the standardized precipitation index (SPI) and the standardized flow index (SSI). Statistical evaluation will be done by homogeneity and trend analysis of the data set, subsequently for statistical association analysis, Pearson correlation coefficient (PCC), root mean square error (RMSE), relative bias (BIAS) and Nash-Sutcliffe coefficient (NSE) are included to determine the degree of consistency between SPI and SSI drought indices. In addition, the comparative analysis was conducted by overlaying the SPI and SSI drought index for the total series at multiple time scales 1, 3, 4, 5, 6 and 12 months. The study revealed that the characteristics of meteorological and hydrological drought in the study period show similarity of patterns which is indicated by the high correlation coefficient between them. In addition, the best comparative analysis was of SSI5 with SPI4 and the least was of SSI5 with SPI3 obtaining a Pearson correlation of 0.85 and 0.70 respectively. In general SPI and SSI show good performance for the estimation of meteorological and hydrological drought characteristic at monthly level for the study area.

Correo electrónico: [smacedog@unasam.edu.pe](mailto:smacedog@unasam.edu.pe)

## 8.2. Probabilidad y riesgo a los incendios de pastizal en la zona metropolitana de Guanajuato, Guanajuato

**Mariana Ayala <sup>1\*</sup>, Michelle Farfán <sup>2</sup>, Richard Lemonie <sup>2</sup>,  
Diego Guzmán <sup>1</sup> y Alejandro Flamenco <sup>1</sup>**

1. Universidad de Guanajuato;

2. Ruhr-Universität de Bochum, Alemania

### Resumen:

El crecimiento de las zonas urbanas implica el cambio de uso de suelo generalmente transformando las zonas agrícolas y las cubiertas forestales. Existen diferentes formas de ocupación que van desde procesos gestionados administrativamente por el municipio para dar permiso de cambios de cobertura y uso del suelo, hasta ocupación informal e invasión de usos no compatibles. Esto último en combinación con una falta de planeación y ordenamiento territorial para el crecimiento de las ciudades conlleva a un desarrollo desordenado y la exposición de la población a riesgos ambientales. Entre los riesgos existentes para la población ya asentada en la zona metropolitana de Guanajuato, está la ocurrencia de incendios de pastizal en la zona periurbana. La vegetación predominante del área de estudio son los pastizales inducidos derivados de un proceso secundario de la deforestación del matorral xerófilo y la selva baja caducifolia hacia la agricultura de temporal y en algunos casos hacia pastizales para la ganadería. El objetivo de este trabajo fue emplear los sistemas de información geográfica (SIG) y la modelación espacial para estimar el riesgo a los incendios periurbanos de pastizal. Utilizando el software Dinámica EGO basado en los pesos de evidencia, se desarrolló un modelo de probabilidad a la ocurrencia de incendios de pastizal y matorral xerófilo, empleando variables biofísicas entre las que destacan la distancia a las islas de calor detectadas, así como la exposición de laderas hacia el sur, así como variables asociadas a las fuentes de ignición como la distancia a los cultivos de temporal y riego. Con este modelo, se encontraron altas probabilidades de ocurrencia de incendios hacia la zona sur de la zona metropolitana de Guanajuato, en donde existe un alto riesgo de exposición de los habitantes de las localidades de Santa Teresa y Yerbabuena.

\*Correo electrónico: [m.ayalacarrillo@ugto.mx](mailto:m.ayalacarrillo@ugto.mx)

### Abstract:

The growth of urban areas implies changes in land use, generally transforming agricultural areas and forest cover. There are different forms of occupation that range from processes administratively managed by the municipality to give permission for changes in land cover and land use, to informal occupation and invasion of non-compatible uses. The latter, in combination with a lack of planning and territorial organization for the growth of cities, leads to disorderly development and exposure of the population to environmental risks. Among the existing risks for the population already settled in the metropolitan area of Guanajuato is the occurrence of grass fires in the peri-urban zone. The predominant vegetation in the study area is induced grassland derived from a secondary process of deforestation of xerophytic scrub and low deciduous forest to rainfed agriculture and in some cases to pasture for livestock. The objective of this work was to use geographic information systems (GIS) and spatial modeling to estimate the risk of peri-urban grassland fires. Using the EGO Dynamics software based on the weights of evidence, a probability model was developed for the occurrence of grassland and xerophytic shrubland fires, using biophysical variables among which the distance to the detected heat islands, as well as the exposure of slopes to the south, and variables associated with the ignition sources such as distance to rainfed and irrigated crops. From obtaining this model, high probabilities of occurrence of grassland fires were found towards the southern area of the metropolitan area of the city of Guanajuato, where there is a high risk of exposure of the inhabitants mainly of the towns of Santa Teresa and Yerbabuena.

### 8.3. Probabilidad de ocurrencia a incendios forestales (1998-2019) bajos las condiciones del ENOS para el estado de Guanajuato, México

**Michelle Farfán <sup>1\*</sup>, Christian Dominguez <sup>2</sup>, Alejandra Espinoza <sup>1</sup>, Alejandro Jaramillo <sup>2</sup>, Camilo Alcántara <sup>1</sup>, Victor Maldonado <sup>1</sup>, Israel Tovar <sup>1</sup>, y Alejandro Flamenco <sup>1</sup>**

1. Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.

2. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Mexico.

#### Resumen:

Los incendios pueden representar una amenaza para la supervivencia de los ecosistemas forestales cuando éstos no están adaptados al fuego o cuando las condiciones climáticas de la comunidad forestal los hacen vulnerables a los incendios forestales. Por ello, es urgente investigar las condiciones climáticas propensas a los incendios para crear planes de acción que preserven estos ecosistemas. Nuestro estudio confirma que el déficit de presión de vapor (DPV) es un indicador climático esencial para la detección de las condiciones que favorecen la ocurrencia de incendios forestales, ya que está relacionado con las temperaturas máximas y la baja humedad atmosférica que representan condiciones de estrés para la vegetación. Este estudio explora hasta qué punto las fases del El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) pueden modular las condiciones climáticas que conducen a valores elevados del DPV sobre Guanajuato, una región semiárida del centro de México, durante la estación seca (marzo-abril-mayo). Utilizando datos de ocurrencia de incendios de MODIS (2000-2018) y Landsat 5 (1998-1999), desarrollamos un modelo de probabilidad climática para la ocurrencia de incendios forestales utilizando el DPV estimado a partir del reanálisis ERA5 para cada fase de ENOS. Encontramos que la DPV y la ocurrencia de incendios forestales fueron mayores durante El Niño que en años neutros y La Niña, con un mayor riesgo de ocurrencia de incendios forestales en la región sur de Guanajuato. Este estudio concluye que es necesario poner en marcha planes regionales y locales de manejo del fuego, especialmente en esta región del estado donde se encuentra el mayor número de áreas naturales protegidas.

#### Abstract:

Fires can pose a threat to the survival of forest ecosystems when they are not fire-adapted or when the climatic conditions of the forest community make them vulnerable to wildfires. Therefore, it is urgent to investigate the climatic conditions prone to fires to create action plans that preserve these ecosystems. Our study confirms that the vapor pressure deficit (VPD) is an essential climatic indicator for the detection of conditions that favor the occurrence of forest fires, since it is related to maximum temperatures and low atmospheric humidity that represent stress conditions for vegetation. This study explores to what extent the phases of the El Niño-Southern Oscillation (ENOS) can modulate the climatic conditions that lead to high DPV values over Guanajuato, a semi-arid region of central Mexico, during the dry season (march-april- may). Using fire occurrence data from MODIS (2000-2018) and Landsat 5 (1998-1999), we developed a climate probability model for wildfire occurrence using the DPV estimated from the ERA5 reanalysis for each ENOS phase. We found that DPV and wildfire occurrence were higher during the El Niño season than in neutral and La Niña years, with a higher risk of wildfire occurrence in the southern region of Guanajuato. This study concludes that it is necessary to implement regional and local fire management plans, especially in this region of the state where the largest number of protected natural areas is located.

\*Correo electrónico: michelle.farfán@ugto.mx

## 8.4. IGNIS App Reporte ciudadano de incendios forestales

**Iván. E. Ramírez\* y Michelle Farfán**

Universidad de Guanajuato

### Resumen:

La aplicación móvil IGNIS Reporte ciudadano de incendios, es una aplicación desarrollada por la Universidad de Guanajuato a través del Departamento de Ingeniería Geomática e hidráulica. Tiene el objetivo de involucrar a la ciudadanía en la problemática de los incendios forestales, de pastizal y esquilmo a través de la ciencia participativa ciudadana. Esta participación es a través de un reporte en donde el usuario puede ingresar la ubicación del incendio, así como una fotografía. Esta herramienta tecnológica, además de hacer el reporte en tiempo real del incidente, ayuda a los combatientes a tener una mejor idea de la magnitud del incendio y las condiciones de terreno donde se ubica, ya que en el reporte se anexa una liga de Google Earth.

IGNIS reporte ciudadano de incendios contribuye a la detección oportuna de los incendios, además con la información derivada de la participación ciudadana se genera una base de datos que puede ser consultada en la siguiente liga, [www.incendiosignis.com](http://www.incendiosignis.com). Dicha información servirá para el desarrollo de diagnósticos en torno a la ocurrencia de los tres tipos de incendios a mediano plazo y el desarrollo de mapas de calor a una escala más detallada. Por último, al ubicar las zonas de mayor ocurrencia permitirá la generación de capacidades ciudadanas de respuesta ante estos fenómenos formando brigadas ciudadanas para el combate a incendios de pastizal y forestal.

### Abstract:

The IGNIS Citizen Fire Report mobile application was developed by the University of Guanajuato through the Department of Geomatics and Hydraulic Engineering. Its objective is to involve citizens in the problem of forest, grassland and plundering fires through participatory citizen science. This participation is through a report where the user can enter the location of the fire, as well as a photograph. This technological tool, in addition to reporting the incident in real time, helps combatants to have a better idea of the magnitude of the fire and the conditions of the land where it is located, since a Google Earth link is attached to the report. IGNIS citizen fire report contributes to the timely detection of fires, in addition to the information derived from citizen participation, a database is generated that can be consulted in the following link, [www.incendiosignis.com](http://www.incendiosignis.com). This information will serve for the development of diagnoses regarding the occurrence of the three types of fires in the medium term and the development of heat maps on a more detailed scale. Finally, by locating the areas of greatest occurrence, it will allow the generation of citizen response skills to these phenomena, forming citizen brigades to combat grassland and forest fires.

\*Correo electrónico: [ie.alonsoramirez@ugto.mx](mailto:ie.alonsoramirez@ugto.mx)

## 8.5. Zonificación geomorfológica y evaluación de peligro potencial en Zumpango del Río, Guerrero, México

**Elizabeth Nuñez-Carachure <sup>1</sup>, Oscar Fraustro-Martínez <sup>2</sup> y Alma Villaseñor-Franco <sup>1\*</sup>**

1. Universidad Autónoma de Guerrero;  
2. Universidad de Quintana Roo

### Resumen:

En el año 2015 la ONU elaboró la agenda 2030 en la cual estableció los objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” se enfoca en que las comunidades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, ya que muchas ciudades son vulnerables a los desastres naturales tanto por la concentración de personas como por su ubicación, por lo que se busca reforzar la resiliencia urbana. El área que comprende este estudio se localiza en la Ciudad de Zumpango, Guerrero, México, así como sus alrededores, la cual es una zona que es afectada por fuertes lluvias, inundaciones, procesos de laderas ocasionados por huracanes y sismos; los impactos de estos fenómenos naturales son principalmente a la población e infraestructuras presentes, por lo que es fundamental analizar y monitorear la magnitud de estos procesos. El objetivo de este trabajo fue realizar análisis morfográficos y morfométricos para establecer una zonificación geomorfológica mediante el uso de herramientas geomáticas (Sistemas de Información Geográfica, geodésicas y de Percepción Remota). La aplicación de un conjunto de criterios de la cartografía geomorfológica junto con la clasificación tipológica permitió determinar las zonas con mayor peligro. La información que se obtuvo se integró en fichas con la finalidad de determinar los niveles de riesgos en un área geográfica, basados en indicadores y criterios de evaluación lo cual permitirá establecer estrategias que coadyuven a prevenir desastres y a contribuir con los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

### Abstract:

In 2015 the UN drafted the 2030 schedule in which it established the Sustainable Development Goals (SDG). SDG 11 “Sustainable cities and communities” focuses on making communities more inclusive, safe, resilient, and sustainable, because many cities are vulnerable to natural disasters both due to the concentration of people and its geographical location, therefore it seeks to reinforce urban resilience. The area included in this study is located in the city of Zumpango del Río belonging to the municipality of Eduardo Neri in the State of Guerrero, Mexico, as well as its surroundings, which is an area that is mainly affected by storms, floods, slope processes that are caused by hurricanes and earthquakes; The impacts of these natural phenomena mainly affect the population and current infrastructures, so it is essential to analyze and monitor the magnitude of these processes. The objective of this work was to analyze morphographic and morphometric analyses to establish a geomorphological zoning using geomatic tools GIS (Geographic Information Systems), likewise a descriptive value judgment was applied which was based on criteria of geomorphological cartography, together with the typological classification that allowed determining the areas with greater danger. The information generated was integrated into a map whose purpose is to determine the risks of geomorphological origin existing in the city of Zumpango Del Rio belonging to the municipality of Eduardo Neri, which will allow to establish strategies that help prevent disasters and contribute to the Sustainable Development Goals.

\*Correo electrónico: [almafranco@uagro.mx](mailto:almafranco@uagro.mx)

## 8.6. Índice de amenaza a la biodiversidad por incendios forestales

**María Isabel Cruz-López**

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

---

### Resumen:

El fuego es un elemento de la naturaleza que contribuye a la evolución de las especies y se considera como un factor ecológico; sin embargo, en ocasiones tiene consecuencias adversas en la biodiversidad, cuando ésta ya se encuentra en riesgo por la degradación del hábitat. Este trabajo presenta el desarrollo de un índice que determina las áreas con amenaza de pérdida de biodiversidad por la acción del fuego en México. El método considera dos componentes: la biodiversidad y la acción del fuego, con cinco variables: distribución potencial de especies en riesgo, respuesta de los ecosistemas al fuego, presión del fuego, proximidad a las actividades humanas y áreas quemadas del año inmediato anterior. El índice define espacialmente las áreas donde existe un impacto potencial de los incendios forestales en la biodiversidad, porque ante la presencia del fuego se incrementa el riesgo de perder especies y sus funciones.

### Abstract:

Fire is an element of nature that contributes to the evolution of species and is considered an ecological factor; however, sometimes it has adverse consequences on biodiversity, when it is already at risk due to habitat degradation. This work presents the development of an index that determines the areas with threat of biodiversity loss due to fire in Mexico. The method considers two components: biodiversity and the action of fire, with five variables: potential distribution of species at risk, response of ecosystems to fire, fire pressure, proximity to human activities, and areas burned in the previous year. The index spatially defines the areas where there is a potential impact of forest fires on biodiversity because the presence of fire increases the risk of losing species and their functions.

Correo electrónico: [icruz@conabio.gob.mx](mailto:icruz@conabio.gob.mx)

## 8.7. Carta de riesgo geológico por la metodología de agrupación de zonas homogéneas de roca-suelo y zonas morfológicas. Caso de estudio: porción central del Cerro de la Silla, Nuevo León

**Luis E. Arista <sup>1\*</sup>, José R. Chapa <sup>1</sup>, Gabriel Cabello <sup>1</sup> y Nelly L. Ramírez <sup>2</sup>**

1. Facultad de Ciencias de la Tierra , Universidad Autónoma de Nuevo León;

2. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen:

La urbanización en zonas montañosas propicia que se generen riesgos geológicos, dado los factores condicionantes: características geológicas, estructurales, morfológicas, entre otras, así como factores desencadenantes: lluvias torrenciales, ciclones, etc., son la causa principal para que se desencadenen catástrofes. El área metropolitana de Monterrey presenta problemas de inestabilidad de laderas al ser una ciudad rodeada por montañas, aunado con la precipitación extraordinaria dada por eventos meteorológicos, provenientes del Golfo de México, siendo el principal factor desencadenante en el noreste de México. El emblema más representativo de esta región es el Cerro de la Silla, siendo el caso de estudio para este trabajo en la porción central de esta sierra, ubicado entre los municipios de Santiago y Cadereyta, Nuevo León, México. El objetivo del presente trabajo fue elaborar una Carta de riesgo geológico utilizando la metodología de agrupación de zonas homogéneas de roca y/o suelo, conjuntado con un mapa de zonas morfológicas propuesta por Chapa-Guerrero (1993). Para esto, se realizó una cartografía geológica a escala 1:10,000 determinando nueve unidades formacionales pertenecientes a un paquete de rocas carbonatadas y clásticas del Jurásico Superior al Cretácico Superior de la Provincia Sierra Madre Oriental, cubiertas parcialmente, en las partes bajas, por material Cuaternario. Los factores que se consideraron para la categorización de zonas homogéneas se comprenden de acuerdo a su estratificación, litología, orientación de sus discontinuidades, grado de fracturamiento, estado de intemperismo y a su morfología. Para la caracterización de zonas morfológicas, se elaboró un modelo SIG, haciendo uso de modelos digitales de elevación de terreno, MDT-INEGI, con resolución de 5 metros, teniendo como resultado tres niveles de susceptibilidad bajo el criterio de ángulo de inclinación de la pendiente (<5°; 5°-15°; >15°). Con esto se busca sensibilizar a la sociedad sobre la existencia de riesgos geológicos, permitiendo así, reducir la vulnerabilidad en la región.

### Abstract:

Poorly managed urbanization in mountainous areas leads to geological hazards. These can be modeled from the study of natural environmental factors such as geological, structural, morphological characteristics, among others, as well as triggering factors such as torrential rains, cyclones, etc. The triggering factors are the cause of the imbalances of the moderately stable slopes. The metropolitan area of Monterrey presents problems of slope instability as it is a city surrounded by mountains, coupled with the extraordinary precipitation caused by meteorological events, coming from the Gulf of Mexico, being the main triggering factor of natural disasters in the northeast Mexico. The study area focuses on the most representative emblem of this region, Cerro de la Silla, in the central portion of this mountain range, located between the municipalities of Santiago and Cadereyta, Nuevo León, Mexico. The objective of this work was to elaborate a Geological Risk Chart using the methodology of grouping homogeneous rock and/or soil zones, as well as a map of morphological zones proposed by Chapa-Guerrero (1993). For this, a geological map was created at a scale of 1: 10,000 determining nine rock units belonging to a package of carbonate and clastic rocks from the Upper Jurassic to the Upper Cretaceous of the Sierra Madre Oriental, partially covered in the lower parts by Quaternary material. The factors that were considered for the categorization of homogeneous zones are lithology, discontinuities orientation, degree of fracturing, and weathering. For the characterization of morphological zones, a GIS model was elaborated, with digital terrain elevation models, MDT-INEGI, with a resolution of 5 meters, resulting in three levels of susceptibility under the slope angle criterion. (<5th; 5th-15th;> 15th). This work seeks to sensitize society about the existence of geological risks in the studied area.

\*Correo electrónico: luiseduardoarista202@gmail.com

## 8.8. Análisis geomorfológico - estructural de Chilpancingo - Guerrero: marco de acciones resilientes ante riesgos geológicos

**Jesús Alfonso Carreto-Gutiérrez<sup>1</sup>, Oscar Frausto-Martínez<sup>2</sup> y Alma Villaseñor-Franco<sup>1\*</sup>**

1. Universidad Autónoma de Guerrero;

2. Universidad de Quintana Roo.

### Resumen:

Lograr que las comunidades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, es uno de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) establecido por la ONU; para llevarlo a cabo se han generado marcos de implementación, como el Marco de Sendai que plantea la reducción del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por ellos. El propósito del presente estudio es realizar un análisis morfotectónico a nivel urbano de la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México, la cual se ubica en un contexto geológico complejo, donde las estructuras geológicas (tectónicas) definen una de las regiones de alto riesgo sísmico del país. Mediante el uso de herramientas geomáticas (Sistemas de Información Geográfica, geodésicas y de Percepción Remota) se realizó lo siguiente: a) análisis morfométrico del relieve; b) análisis de la sismicidad en el marco geológico local; c) reconocimientos geomorfológicos estructural para caracterizar los rasgos del relieve asociados a procesos tectónicos y, d) un monitoreo geodésico de alta precisión sobre una red geodésica ya establecida por el INEGI. Los resultados obtenidos permitieron calcular la deformación de la corteza superficial provenientes de la actividad morfotectónica activa mediante un modelo de interpolación en SIG además la identificación de las zonas de alto riesgo sísmico a nivel ciudad, la identificación de las zonas puntuales de actividad tectónica, para generar marcos de seguridad ante amenazas por riesgos de origen geológico y promover acciones directas para cumplir las metas establecidas los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

### Abstract:

Making communities more inclusive, safe, resilient, and sustainable is one of the Sustainable Development Goals (SDG) established by the UN; Implementation frameworks have been generated to carry it out, such as the Sendai Framework, which proposes the reduction of disaster risk and the losses caused by them. The purpose of this study is to carry out a morphotectonic analysis at the urban level of the City of Chilpancingo, Guerrero, Mexico, which is in a complex geological context, where the geological (tectonic) structures define one of the regions of high seismic risk of the country. Through the use of geomatic tools (Geographic, Geodetic and Remote Sensing Information Systems) the following was carried out: a) first, a morphometric analysis of the relief was carried out, focusing on topographic and altimetric analysis, followed by a survey of slopes, levelling surfaces, river network and alignments; b) seismicity analysis as evidence of tectonic activity in the study area, for which the cat Seismological Survey of the National Seismological Service to recognize the intensity, magnitude, and depth, within the local geological framework; c) structural geomorphological survey to characterize the features of the relief associated with tectonic processes, quantifying the intensities and spatial pattern of the relief elements; d) identification of the point areas of tectonic activity, for this purpose a high-precision monitoring was carried out on a geodetic network already established by INEGI. The results obtained allowed to calculate the deformation of the superficial crust from the active morphotectonic activity by means of an interpolation model in GIS, as well as the identification of the zones of high seismic risk at the city level, the identification of the punctual zones of tectonic activity, to generate security frameworks against threats due to risks of geological origin and promote direct actions to meet the goals established in the 2030 Sustainable Development Goals.

\*Correo electrónico: 14497067@uagro.mx

## 8.9. Fotogrametría como metodología de monitoreo de daños en estructuras civiles por subsidencias, en CDMX

**Gabriela Vidal <sup>1</sup>, Nelly Ramírez Serrato <sup>1\*</sup>, Ana María Lizeth Caballero García <sup>1</sup>, Mariana Patricia Jácome Paz <sup>1</sup>, Graciela Herrera Zamarrón <sup>1</sup> y Fabiola D. Yépez Rincón <sup>2</sup>**

1. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México;  
2. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

### Resumen:

Es bien conocido que la Ciudad de México tiene un problema con las subsidencias en la zona urbana. El espesor de las arcillas subterráneas compuestas por sedimentos lacustres altamente compresibles combinado a la extracción del acuífero correspondiente han causado modificaciones en el terreno a un paso muy lento. Estudios previos indican que existe un hundimiento anual de 15 a 25 cm en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, 10 cm en el centro y entre 10 a 15 cm en el área sureste de la Ciudad de México. Estas zonas de subsidencia han causado daños en las estructuras civiles incluidas tuberías hidráulicas, aceras, edificios y pavimentos. Por este motivo, es necesario realizar estudios específicos relacionados con el análisis de estos daños, su forma y velocidad de cambio. Para esto, se está trabajando en desarrollar una metodología de monitoreo de estos daños. Para lo cual se han realizado 11 recorridos de campo, con la implementación de diferentes teléfonos celulares, técnicas de toma de foto y diferentes técnicas de montaje del equipo. Los resultados han ayudado a identificar una fórmula eficiente de toma de datos en campo que como trabajo futuro se compararon con levantamientos en los mismos sitios en diferentes momentos en el tiempo.

### Abstract:

It is well known that Mexico City has a problem with urban subsidence. The thickness of the underground clays composed of highly compressible lacustrine sediments combined with the extraction of the corresponding aquifer have caused modifications in the terrain at a very slow pace. Previous studies indicate that there is an annual subsidence of 15 to 25 cm in the Mexico City International Airport, 10 cm in the city center and between 10 to 15 cm in the southeast area of Mexico City. These subsidence zones have caused damage to civil structures including hydraulic pipes, sidewalks, buildings, and pavements. For this reason, it is necessary to carry out specific studies related to the analysis of these damages, their form and rate of change. For this, work is being done to develop a monitoring methodology for these damages. With the implementation of different cell phones, photo-taking techniques, and different equipment assembly techniques, 11 field trips have been carried out. The results have helped to identify an efficient field data collection formula that, as future work, was compared with surveys in the same sites at different moments in time.

\*Correo electrónico: [nellyrmz@igeofisica.unam.mx](mailto:nellyrmz@igeofisica.unam.mx)

## 8.10. Geomática para la prevención de desastres, avances en la inspección y monitoreo de infraestructura estratégica

**Alejandro Barrón D.\* y Fabiola D. Yépez Rincón**

Departamento de Geomática, Instituto de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León

### Resumen:

El acelerado de crecimiento de las ciudades durante los últimos siglos y la falta de planeación de las áreas urbanas ha provocado problemáticas y consecuencias negativas en la economía, ecología y medio ambiente a nivel local y regional. La movilidad urbana puede ser un reto especialmente en las grandes urbes, donde desplazamiento rápido y eficaz se ve comprometido por los altos niveles de congestión por vehículos privados, tiempos de traslado y disponibilidad de aparcamiento. La movilidad urbana eficiente favorece la meta de sostenibilidad de las ciudades, de tal forma que la inadecuada operación en los sistemas de transporte podría impactar a la población y su calidad de vida. De esta investigación se generó un modelo con base SIG, dinámico y actualizable que permite evaluar la movilidad urbana sostenible de la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) considerando la accesibilidad al transporte público del metro, además de autobuses urbanos (AU), y Bus Rapid Transit (BRT) y generando nuevas bases de datos a través de sensores remotos para la inspección de la infraestructura. El estudio se enfocó en el sistema de transporte metro, por su importancia para la movilidad de la ZMM, tomando como estudio de caso al municipio de San Nicolás de los Garza, N.L. El análisis de accesibilidad se realizó con base a semáforos del acceso que la población tiene desde cada una de las áreas geoestadísticas básicas urbanas (AGEB) con respecto a las estaciones del metro y las paradas oficiales de los AUs. La inspección y análisis de las condiciones de servicio se realizó a través de inspección visual en campo utilizando la sinergia de sensores remotos (LIDAR y VANT) y en gabinete utilizando Google Earth y la información generada. La gestión del SIG permite la ubicación y análisis del deterioro de la estructura y su relación con la caracterización de contaminantes presentes en el ambiente.

### Abstract:

El acelerado de crecimiento de las ciudades durante los últimos siglos y la falta de planeación de las áreas urbanas ha provocado problemáticas y consecuencias negativas en la economía, ecología y medio ambiente a nivel local y regional. La movilidad urbana puede ser un reto especialmente en las grandes urbes, donde desplazamiento rápido y eficaz se ve comprometido por los altos niveles de congestión por vehículos privados, tiempos de traslado y disponibilidad de aparcamiento. La movilidad urbana eficiente favorece la meta de sostenibilidad de las ciudades, de tal forma que la inadecuada operación en los sistemas de transporte podría impactar a la población y su calidad de vida. De esta investigación se generó un modelo con base SIG, dinámico y actualizable que permite evaluar la movilidad urbana sostenible de la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) considerando la accesibilidad al transporte público del metro, además de autobuses urbanos (AU), y Bus Rapid Transit (BRT) y generando nuevas bases de datos a través de sensores remotos para la inspección de la infraestructura. El estudio se enfocó en el sistema de transporte metro, por su importancia para la movilidad de la ZMM, tomando como estudio de caso al municipio de San Nicolás de los Garza, N.L. El análisis de accesibilidad se realizó con base a semáforos del acceso que la población tiene desde cada una de las áreas geoestadísticas básicas urbanas (AGEB) con respecto a las estaciones del metro y las paradas oficiales de los AUs. La inspección y análisis de las condiciones de servicio se realizó a través de inspección visual en campo utilizando la sinergia de sensores remotos (LIDAR y VANT) y en gabinete utilizando Google Earth y la información generada. La gestión del SIG permite la ubicación y análisis del deterioro de la estructura y su relación con la caracterización de contaminantes presentes en el ambiente.

\*Correo electrónico: [ing.barrond@gmail.com](mailto:ing.barrond@gmail.com)

## 8.11. Identificación de zonas inundables en Macuspana, Tabasco

**Jessica D. Ocaña Falcón**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; / Parlamento Mexicano Juvenil por el Agua

### Resumen:

Debido a las inundaciones que se vivieron en el año 2020 hubo municipios afectados en el Estado de Tabasco por el huracán Delta como el municipio de Macuspana, localizado en la región del río Usumacinta y en la subregión “pantanos”. En esta investigación está enfocada en el uso de Google Earth Engine (GEE) para generar un mapa de inundación utilizando imágenes SAR de Sentinel-1. Con GEE se generaron productos relevantes a la extensión de inundaciones y la integración de datos socioeconómicos al mapeo de inundaciones que se utilizaron para identificar áreas en peligro. El objetivo es generar contenido informático relevante de las inundaciones en las imágenes SAR logrando el mapeo de zonas inundables, integrar datos socioeconómicos al mapa de inundación, identificar áreas vulnerables por las afectaciones de las inundaciones. Se identificó el área de interés por medio de “Geometry Imports” para cargar las imágenes para ser clasificadas. Se recolectaron los datos de entrenamiento para entrenar el clasificador. Seguidamente del entrenamiento, se prosiguió en recolectar las muestras representativas de retrodispersión para cada clase de cobertura terrestre. Después de crear el conjunto de datos de entrenamiento se sobrepusieron las áreas de entrenamiento en las imágenes de interés para extraer la retrodispersión para esas áreas y entrenar el clasificador para ejecutar la clasificación en el “Code Editor” de GEE. Para evaluar y validar la precisión de la clasificación supervisada se ejecutó una matriz de confusión o conocido en GEE como “confusionMatrix”, la cual tuvo una precisión de 76%. Se sobrepusieron los datos de la población por medio de la colección de imágenes de GEE “population density” para identificar las áreas urbanas que fueron afectadas por las inundaciones. Identificando los poblados “El Maluco”, “San Lucas”, “Tepetitan” y la ciudad de Macuspana. La precisión de la matriz de confusión se asume que la fotointerpretación está dentro de los resultados obtenidos en otras investigaciones al mapear inundaciones en las imágenes SAR Sentinel-1 haciendo posible mapear la magnitud de las afectaciones por las inundaciones en zonas vulnerables. Hay que entender que estos datos no incluyen los datos del INEGI ya que se usa los datos globales de GEE para determinar la densidad de la población afectada. Este estudio puede ser complementado con un análisis socioeconómico, a fin de determinar las acciones y el grado real de las afectaciones. También se considera los muestreos en campo por la percepción de los actores locales frente a los eventos de inundación ocurridos en Macuspana, con la finalidad de que esta investigación sea lo más completa y cercana a la realidad.

### Abstract:

Due to the floods that were experienced in 2020, there were municipalities affected in the State of Tabasco by Hurricane Delta, such as the municipality of Macuspana, located in the Usumacinta River region and in the “swamps” subregion. This research is focused on the use of Google Earth Engine (GEE) to generate a flood map using SAR images from Sentinel-1. With GEE, products relevant to the extension of floods and the integration of socioeconomic data to the mapping of floods were generated, which were used to identify areas in danger. The objective is to generate relevant computer content of the floods in the SAR images, achieving the mapping of flood zones, integrating socioeconomic data to the flood map, and identifying vulnerable areas due to the effects of the floods. The area of interest was identified by means of “Geometry Imports” to load the images to be classified. Training data was collected to train the classifier. Following training, representative backscatter samples were collected for each land cover class. After creating the training data set, the training areas were overlaid on the images of interest to extract the backscatter for those areas and train the classifier to run the classification in the GEE Code Editor. To evaluate and validate the accuracy of the supervised classification, a confusion matrix or known in GEE as “confusionMatrix” was executed, which had an accuracy of 76%. Population data was overlaid using the GEE population density image collection to identify urban areas that were affected by flooding. Identifying the towns “El Maluco”, “San Lucas”, “Tepetitan” and the city of Macuspana. Regarding the precision of the confusion matrix, it is assumed that the photo-interpretation is within the results obtained in other investigations when mapping floods in the SAR Sentinel-1 images, making it possible to map the magnitude of the effects caused by floods in vulnerable areas. It must be understood that these data do not include INEGI data since global GEE data is used to determine the density of the affected population. This study can be complemented with a socioeconomic analysis, to determine the actions and the real impact of the effects. The field sampling is also considered by the perception of local actors in the face of the flood events that occurred in Macuspana, for this investigation to be as complete and close to reality as possible.

\*Correo electrónico: [jdofalcon@protonmail.com](mailto:jdofalcon@protonmail.com)

## CONTACTO

<https://www.selper.org.mx/>



@SELPERMX



selper.mx@gmail.com  
selpermexico.fic@uanl.mx

# REDES SOCIALES



**XXIV Congreso SELPER México**

Geomática para el  
desarrollo sostenible

VIRTUAL

**SELPER**