

Sesión especial

NUBES DE PUNTOS Y SUS APLICACIONES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Organizadores:

Alejandro Hinojosa

Sergio Arregui

Fabiola D. Yépez Rincón

SE06-1

LIDAR AND EXTREME EVENTS IN TROPICAL AREAS – HURRICANE MANUEL AND LA PINTADA LANDSLIDE DISASTERS

Ramírez-Herrera María Teresa^{1,2} y Gaidzik Krzysztof³

¹Instituto de Geografía, UNAM

²Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, UNAM

³Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México
tramirez@igg.unam.mx

Extreme events in regions of humid-warm tropical climate are repeatedly causing loss of life and economic devastation. Deadly landslides are commonly triggered by extreme storms. Many of them originate on mountain slopes along river systems in areas often populated, increasing the risk to human settlements, their activities, and the local environment. The tropical mountains of Guerrero in southern Mexico are particularly prone to landslide hazard because of frequent hurricanes and tropical cyclones. On 16 September 2013 a deep-seated landslide triggered by unprecedented rainfall (~500 mm in 4 days) produced by hurricane Manuel buried an almost entire village of La Pintada causing 71 fatalities – one of the deadliest landslides to occur in Guerrero and the whole Mexico. We performed a post-landslide field survey, applied remote sensing techniques using 1 m-resolution LIDAR DEM and images, digital models derived from Structure from Motion (SfM), satellite images, orthophotomaps, eyewitness accounts, geotechnical laboratory tests of slope material, and slope stability analysis to examine physical characteristics and processes that influenced the failure of La Pintada landslide. Because of the low resolution of available DEMs, we acquired LIDAR data with density of 8 points/m² and 35 cm of horizontal and vertical a priori precision using airborne laser scanner RIEGL Q-780 with laser pulse repetition rate of 400 Hz and 60° (+ 30° / - 30°) field of view (FOV). We also produced detailed model of La Pintada landslide using terrestrial photographs and employing Structure from Motion method. The precision of LIDAR derived DEM and images together with models derived from SfM allowed us to determine the landslide characteristics and failure mechanism. The combination of other techniques helped us to identify the factors that initiated and contributed to the huge La Pintada landslide.

SE06-2

ANÁLISIS DEL DESLIZAMIENTO EN LA CARRETERA TIJUANA-ENSENADA (KM 93 +50) A PARTIR DE MODELOS DE RELIEVE DE ALTA RESOLUCIÓN

Andrade Patricia y Hinojosa Corona Alejandro

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
pandrade@cicese.edu.mx

El aumento de actividad antropogénica en la zona costera de Baja California se ha convertido en un factor de incremento en la susceptibilidad para los deslizamientos en zonas con laderas. La combinación particular de historia geológica, tipo de rocas, condiciones tectónicas y geofísicas presentes y, climatología asociada a márgenes marítimos coloca a la Bahía Salsipuedes como una zona especialmente propensa a eventos de remoción de masa. Este trabajo se enfoca en el análisis del deslizamiento rotacional en el km 93 +50 ocurrido el 28 de diciembre de 2013 en la Carretera escénica Tijuana-Ensenada, se discuten los posibles factores que desencadenan el deslizamiento y la dinámica de los bloques deslizantes. Se analiza una serie de tiempo de mediciones de la topografía con técnicas emergentes como levantamientos LiDAR terrestre, aéreo y fotogrametría por drones. Se utilizaron una serie de modelos digitales de alta resolución (MDE) para estimar la detección del cambio (?E_{ij}=Z_{2ij}-Z_{1ij}) y cambio de volumen (V=ap(x,y) ?Z) entre situación anterior(MDE INEGI 2006) y los posteriores al deslizamiento. Entre los modelos de elevación posteriores al deslizamiento se cuenta con una reconstrucción a partir de fotos aéreas tomadas por drone el mismo día del evento. Además se cuenta con un levantamiento laser terrestre (TLS), un modelo de elevación derivado de estéreo-par satélite GeoEye, un levantamiento aéreo LIDAR y un último de fotografía con drone. Se calculó un volumen desplazado cercano a los 390, 000 m³. Se analiza la evolución en la transformación del relieve, desde el deslizamiento hasta su reconstrucción. Los vectores de movimiento relativo de los bloques deslizantes se determinaron a partir de actitud de lineaciones con respecto al rumbo y echado de los planos de deslizamiento. Se extraerán los vectores de movimiento relativo del bloque deslizante a partir de las marcas de estrías en la pared de piso registrados fielmente en la nube de puntos TLS. La reparación de la carretera afectada por el deslizamiento tardó más de un año en restablecer el tráfico. Existen tramos cercanos al deslizamiento de 2013 propensos a correr la misma suerte. Los resultados de este trabajo serán de utilidad para comprender mejor las características de esta zona y de los factores que desencadenan los deslizamientos. La metodología usada puede servir como modelo en eventos futuros.

SE06-3

SIMULACIÓN FLUVIAL BIDIMENSIONAL EN UN TRAMO DEL RÍO SANTA CATARINA EN MONTERREY, NUEVO LEÓN, UTILIZANDO UN MODELO DIGITAL DE TERRENO OBTENIDO A PARTIR DE FOTOS TOMADAS CON VANT

Cardiel Vázquez Omar Antonio, Guerra Cobián Víctor Hugo,
Feriño Fierro Adrián Leonardo y Yépez Rincón Fabiola D.
Facultad de Ingeniería Civil, UANL
omar_1oa@hotmail.com

El presente estudio comprende de una simulación fluvial bidimensional con el software Iber, en un tramo del río Santa Catarina en Monterrey, Nuevo León. Utilizando un modelo digital de terreno (MDT) generado a partir de la obtención de una nube de puntos implementando un software fotogramétrico digital en base a fotografías aéreas obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado (VANT). La nube de puntos se ajustó con puntos de control terrestres en diferentes tramos de ambas márgenes del río, referenciándolos con ayuda de un GPS con calidad topográfica. Lo anterior con el fin de ajustar la altura elipsoidal que se obtiene con el GPS integrado al VANT a la altura ortométrica oficial de INEGI. Posteriormente, se generó el MDT y se realizaron ajustes en cuanto la depuración de la vegetación presente en el río así como de la implementación de las columnas de los diferentes puentes vehiculares que cruzan este río. Con esto, se implementó el MDT en el modelo matemático para la simulación fluvial bidimensional y se ajustaron los parámetros de entrada para dicho software, entre ellos los gastos oficiales validados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para los periodos de retorno de 10, 20, 100, 200, 500 y 1000 años. El objetivo de esta simulación fluvial bidimensional fue encontrar las velocidades máximas presentes en el tramo de estudio del río, determinando velocidades de hasta 14 m/s. Estas velocidades son altamente erosivas y generan socavaciones las cuales pueden ocasionar daños en los taludes del río. Los resultados de esta simulación forman parte de los anexos técnicos del estudio "Análisis costo beneficio del reforzamiento del talud de la margen izquierda del río Santa Catarina", realizado por el Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El cual es un documento que solicita la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para autorizar la inversión y que CONAGUA implemente una solución.

SE06-4

MODELADO HIDRÁULICO 2D A PARTIR DE FOTO-RECONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES AÉREAS HISTÓRICAS, CASO DE ESTUDIO: RÍO SANTA CATARINA, MONTERREY, NUEVO LEÓN

Ramírez Serrato Nelly Lucero¹, Yépez Rincón Fabiola D.¹,
Lozano García Diego Fabián² y Guerra Cobián Víctor Hugo¹
¹Facultad de Ingeniería Civil, UANL

²Instituto Tecnológico y de Educación Superior de Monterrey, ITESM
nellyss_21@hotmail.com

En el presente estudio se realiza la modelación hidráulica 2D de un cauce utilizando un Modelo Digital de Superficie (MDS) obtenido a través de una técnica de reconstrucción fotogramétrica a partir de fotografías aéreas antiguas, de la década de los 40, 50 y 70, cubriendo la zona urbana del Río Santa Catarina, ubicado en Monterrey, Nuevo León, el cual es un afluente principal importante que atraviesa el área metropolitana. Este río se ha visto afectado causa del avance de la mancha urbana, la cual va modificando el ancho y profundidad del cauce, mismo que recupera su territorio durante los eventos de precipitación extrema. A lo largo del tiempo, se han presentado varios eventos extremos como el Huracán Gilberto ocurrido en 1988 y el huracán Alex en 2010. Fue en éste último en donde alcanzando un caudal de 5,100 m³/s, provocó daños importantes de infraestructura y desbordamientos que erosionaron los taludes a lo largo del cauce, ocasionando daños por deslave de las dos vialidades paralelas al Río y que son de las más importantes de la ciudad, así como el daño de puentes estratégicos que conectan ambos lados de la ciudad. Aunque, algunas teorías defienden que parte de lo ocurrido se debe a la modificación histórica del cauce natural del río y al cambio de uso de suelo a través del tiempo desde los inicios de la ciudad, con este proyecto se comprueba que las modificaciones como la canalización en décadas pasada fueron de gran utilidad. El resultado incluye una modelación hidrológica de los datos de precipitación, la proyección de eventos históricos como la canalización del río (1950), el efecto del huracán Beulah en 1967 y otros eventos extraordinarios, mostrando el cambio de cobertura en las planicies de inundación a lo largo del tiempo.

SE06-5

COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE SENSORES REMOTOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA AEREA EN BOSQUES URBANOS: LIDAR PORTÁTIL Y SENSORES ÓPTICOS

Huerta García Roberto Emmanuel¹, Ramírez Serrato Nelly Lucero², Yépez Rincón Fabiola D.³ y Lozano García Diego Fabián⁴
¹LabSIG, Centro de Calidad Ambiental, ITESM
²Facultad de Ingeniería Civil, UANL
 roh@live.com.mx

Dentro de las bondades que proveen los bosques urbanos se cuenta una gran variedad de servicios ambientales y sociales que mejoran la calidad de vida de los habitantes localizados en las ciudades. Un constante incremento en la población de áreas urbanas ha obligado a prestar mayor atención a la protección y gestión de estas zonas, para lo cual es necesario realizar inventarios que a través de datos cualitativos y cuantitativos nos hablen del estado de estos ecosistemas. El método tradicional forestal (MTF) consiste en la obtención de parámetros forestales mediante instrumentos de medición directa en campo y a lo largo de la historia ha sido la técnica no destructiva más precisa para la adquisición de mediciones como el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (HA) y diámetro de copa (DC). El MTF no se encuentra exento de inconvenientes pues presenta la desventaja de ser muy laborioso y consumir una gran cantidad de tiempo, además, es muy costoso cuando se realiza en zonas muy densas o extensas. En el presente estudio se comparó la precisión de cinco sensores remotos para la estimación de biomasa aérea contra datos generados a partir de un levantamiento en campo realizado con el MTF. Se analizaron 26 árboles del género *Quercus*, localizados en el Camus Monterrey del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Por cada árbol se obtuvo su DAP, HA, y DC por medio de seis metodologías, el (1) MTF, que fue realizado in situ, y cinco con uso de sensores remotos: (2) LiDAR portátil, (3) fotorreconstrucción a color (RGB) a nivel del suelo, (4) fotorreconstrucción infrarroja (IR) a nivel del suelo, (5) fotorreconstrucción RGB desde vehículo aéreo no tripulado (VANT) y (6) fotorreconstrucción IR desde VANT. A partir de estas variables se estimó la biomasa aérea para cada uno de los métodos empleados y se realizaron las comparaciones. Los resultados de este estudio demostraron que alternativas al MTF de moderado y bajo costo, como lo son el LiDAR portátil y el uso de sensores ópticos para generación de nubes de puntos, tienen el potencial de proveer datos de alta precisión para su uso en aplicaciones forestales que ayuden a la toma de decisiones respecto al arbolado urbano.

SE06-6

RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN NATIVA AL TRAZO DE LA FALLA AGUA BLANCA, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

Espinosa Blas Mariana Elizabeth y Hinojosa Corona Alejandro
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 mespinos@cicese.edu.mx

Deformaciones que sufre un sitio por procesos tectónicos como fracturas y fallas facilitan el almacenamiento y movimiento de fluidos, tal que, bajo ciertas circunstancias estas discontinuidades geológicas pueden actuar como barreras, conductos o combinación de ambas en el movimiento de fluidos. Este comportamiento de fluidos en zonas de fallas y la combinación de diversos factores ambientales como: el clima, orientación de laderas, tipo de suelo, topografía, etc., tiene grandes efectos sobre la variabilidad en la disponibilidad del recurso hídrico para el aprovechamiento y a su vez en la distribución espacial de la vegetación. Teniendo en cuenta estas interacciones, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar si el trazo de la Falla Agua Blanca (FAB) tiene algún efecto sobre la distribución espacial de la vegetación nativa en la vecindad de la falla. Esta evaluación se analiza a través de la percepción remota, utilizando sensores activos, como la tecnología LiDAR (Light Detection And Ranging), y sensores pasivos, como imágenes satelitales y fotografía aérea. Se cuenta con un levantamiento aéreo LiDAR realizado en 2014 a lo largo de un corredor de 68 km sobre la FAB con una cobertura de 75 km² y una densidad promedio de 5 puntos/m². De la nube de puntos LiDAR se extrajo el trazo de la FAB y se calcularon modelos de altura de dosel (CHM), donde se evalúa si existen parches de vegetación con altura mayor que el promedio y de su proximidad al trazo de la falla. Así mismo se hizo un análisis de hidrología superficial para determinar zonas de acumulación de flujo de agua, en cuencas que crucen el trazo de la FAB y se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) a partir de imagen satelital Landsat 8 y fotografía aérea infrarroja. A través de correlaciones espaciales se analiza el efecto en la vegetación de: la orientación de laderas, zonas de acumulación en flujo en la hidrología superficial y su cercanía al trazo a la FAB. Donde se encontró parches de vegetación anormalmente alta a lo largo de la FAB, con valores altos del índice NDVI cruzando zonas de alta acumulación de flujo, además, se observó zonas de alta vegetación orientadas mayormente hacia el norte. En el parche de vegetación más prominente a lo largo de FAB se realizó levantamientos aéreos a partir de drone capturando fotografías en color natural e infrarrojo y su posterior procesado para la reconstrucción densa de nubes de puntos 3D y la generación de ortomosaicos, modelos digitales del terreno (MDT) y de superficie (MDS). Se realizó un análisis similar en un segmento del sur en la Falla San Andrés donde existen parches de vegetación a lo largo de la falla y en el cual existe un levantamiento aéreo LiDAR y fotografía aérea infrarroja.

SE06-7

BOSQUE DE CIPRÉS DE ISLA GUADALUPE: UNA PERSPECTIVA RECIENTE POR DRON

Hinojosa Corona Alejandro¹, Ochoa Jorge Raul¹, Luna Luciana² y Aguirre Alfonso²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Grupo de Ecología y Conservación de Islas, GECl
 alhinc@cicese.mx

La isla Guadalupe se localiza en el océano Pacífico a 260 km al oeste de Baja California, es una isla oceánica de origen volcánico que tiene presencia de flora y fauna endémica, que han estado bajo los efectos de amenazas de especies introducidas, programas de manejo e incendios, provocando variaciones temporales en la extensión y densidad de la cobertura vegetal. Estudios previos de vegetación aplicando técnicas de percepción remota se han enfocado a medir estas variaciones sobre el bosque de ciprés de Guadalupe (*Cupressus guadalupensis*), subespecie endémica de la isla que se ha adaptado a las zonas de neblina en las partes altas de la isla. Estos estudios se han basado en imagen satelital de alta resolución y no abordan la estructura vertical de la vegetación ni son capaces de captar los jóvenes renuevos que se incorporan al bosque. En este trabajo exploramos el uso de un dron de ala fija dotado de cámaras RGB e infrarrojo para mapear 1000 ha del bosque de Ciprés de Guadalupe. Durante los vuelos ejecutados en julio 2016, se colectaron cerca de 2500 fotos por cada cámara con un distancia de muestreo del suelo de ~ 6.5 cm/pixel. Para el posicionamiento, se colocaron 19 puntos de control terrestre ubicados con GPS geodésico. El propósito del proyecto es apoyar medidas de conservación, midiendo la extensión del bosque desde una perspectiva más cercana al terreno, probar técnicas de conteo de árboles y analizar la estructura vertical de la vegetación a través de la reconstrucción 3D por fotogrametría. A partir de las nubes de puntos extraídas, se calcularon modelos de altura de dosel, donde se puede apreciar recuperación del bosque en la incorporación de las nuevas cohortes de cipreses después de los efectos de programas de manejo iniciados en 2003 y de un incendio en 2008.

SE06-8

LEVANTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA VERTICAL EN 3D DE COMUNIDADES VEGETALES EN ISLA GUADALUPE IMPULSA LA IMPROVISACIÓN Y MEJORA METODOLÓGICA

Yépez Rincón Fabiola D.¹, Luna Luciana², Ramírez Serrato Nelly Lucero³, Ceceña Sánchez Martha⁴, Ferríño Fierro Adrián Leonardo⁵, Hinojosa Corona Alejandro⁶ y Ochoa Jorge Raúl⁶
¹Facultad de Ingeniería Civil, UANL
²Grupo Ecología y Conservación de Islas, AC
³TEEBCON Servicios, Ingenierías y Proyectos, SA de CV
⁴Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
⁵Independiente
 fabiola.yopez@gmail.com

Realizar un levantamiento de la estructura vegetal con equipamiento Light Detection and Ranging (LiDAR) terrestre generalmente tiene retos operativos. La tarea se incrementa cuando la toma de datos debe realizarse en áreas remotas, en donde el acceso a los sitios de muestreo es limitado, el terreno rugoso y complicado, y el equipo robusto y pesado. Durante la última semana de Julio 2016 un equipo de seis personas pertenecientes a diferentes instituciones de investigación se movilizó a cinco áreas en Isla Guadalupe, una de las cinco reservas insulares más grandes del país ubicada a 260 km al oeste de la costa de Baja California. Se lograron cubrir cinco sitios que representan las comunidades vegetales de la isla, tres de ellos fueron escaneados con un GLS1500 de Topcon, con 12 escaneos a diferentes ángulos de apertura que variaron de 180-360 grados en el barrido horizontal (dependiendo de la estructura del parche) y 70 grados en el vertical (la máxima del sensor), la resolución para todos los escaneos fue de 0.02m, haciendo un barrido especial de 0.005m para la ubicación de esferas de 0.10m de diámetro que sirvieron como blancos (3D targets) para el alineado de los escaneos. Los datos fueron exportados con formato LAS y respaldados con la información RGB obtenida de la serie de imágenes (Scan 3D + Image) y utilizando el programa ScanMaster de Topcon. Cada escaneo fue georreferenciado con las ubicaciones geodésicas del escáner, las cuales fueron obtenidas durante el mismo periodo de tiempo, ésta información se anexó en el postproceso. Dos sitios que no pudieron ser escaneados debido a la complejidad del acceso fueron fotoreconstruidos utilizando una técnica fotogramétrica con la cual se obtuvo una nube de puntos de 0.05m. La integración, alineado, visualización y primeros filtrados por formas se realizó con el programa de acceso libre CloudCompare. El resultado fueron millones de puntos en 3D que permiten mapear la estructura vertical de las comunidades vegetales. Este ejercicio nos permitió solventar retos de presupuesto al improvisar 3D Targets hechizos (de un dólar), colocar el escáner sobre terrenos y alturas que regularmente en la ciudad no sucede, y eficientar el uso de baterías en zonas en donde el acceso a la energía también es limitado. La investigación continúa con el filtrado de los datos y la determinación de parámetros forestales como alturas, diámetros a la altura de pecho, diámetros de copa, que servirán para el mapeo 3D de la estructura vertical en cada una de las comunidades, y como una línea base en la sucesión ecológica posterior a un incendio.

SE06-9 CARTEL

DELINEACIÓN DE CUENCAS HIDROLÓGICAS Y REDES DE DRENAJE USANDO MODELOS DE ELEVACIÓN GENERADOS CON EL MÉTODO DE ESTRUCTURA DE MOVIMIENTO

Méndez-Barroso Luis Arturo¹, Zarate Valdez Jose Luis² y De la Llata Edna¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON

²Centro Regional Universitario del Noroeste, Universidad Autónoma Chapingo
luis.mendez@itson.edu.mx

El desarrollo de LiDAR (Light Detection and Ranging) y TLS (Terrestrial Laser Scanning) ha permitido el desarrollo de modelos de elevación digital (DEM) de muy alta resolución espacial que ha facilitado el análisis de procesos hidrológicos en cuencas de primer orden (< 1 ha). Sin embargo, alguna de las limitaciones de estas tecnologías son su alto costo. Actualmente existen métodos mas económicos como la generación de topografía mediante la integración del método de estructura de movimiento (SfM) y vehículos aéreos no tripulados de bajo costo. Este trabajo compara los modelos digitales de alta resolución (, 5m) de terreno obtenidos usando tres diferentes métodos. Los modelos de terreno evaluados fueron 1) Modelo generado por INEGI a partir de un levantamiento con LiDAR (resolución espacial de 5 m), 2) Modelo generado con una estación total (3 m de resolución, remuestreado a 1m de resolución), 3) Modelo generado a partir de nube de puntos por el método de estructura de movimiento (1 m de resolución). El sitio de estudio es una cuenca experimental de monitoreo ecohidrológico conocido como Sierra Los Locos, localizado en la división de las cuencas de los ríos San Miguel y Sonora, en la parte central del estado de Sonora. El sitio se caracteriza por una topografía compleja en un ecosistema semiárido de encino-sabana. Para la generación del modelo de elevación de nube de puntos por medio del método de estructura de movimiento se utilizaron fotografías aéreas con alto grado de superposición que fueron procesadas con el programa Agisoft Photoscan. La red de drenaje generada con los diferentes modelos digitales se comparó con la obtenida en campo al recorrer, con geoposicionador en mano (receptor de alta precisión que recibe la señal del sistema global de navegación por satélite, GNSS) la red de drenaje de la cuenca. Los resultados preliminares muestran diferencias considerables en el área de captación de las cuencas así como en la distribución espacial y densidad de las redes de drenaje. Por otra parte, el análisis hipsométrico de cada uno de los modelos revela diferencias en la función de distribución acumulativa (CDF) de la elevación, pendiente y curvatura. Finalmente, los resultados de este trabajo pueden ayudar al desarrollo de técnicas de bajo costo para la generación de modelos digitales de elevación que permitan el análisis hidrológico de cuencas menores a 1 kilometro cuadrado.

SE06-10 CARTEL

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE COPA EN NOGAL CON FOTOGRAFÍA DIGITAL AÉREA DE ALTA RESOLUCIÓN

Zarate Valdez Jose Luis¹ y Méndez-Barroso Luis Arturo²

¹Centro Regional Universitario del Noroeste, Universidad Autónoma Chapingo

²Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON
jzarate@gmail.com

Un gran número de variables fisiológicas y agronómicas de las plantas están relacionadas con la cantidad de follaje, entre ellas fotosíntesis, captura de carbono, evapotranspiración, necesidades nutrimentales y rendimiento cuando se trata de cultivos, por lo que la determinación del área y volumen foliar reviste gran importancia. Entre los métodos disponibles para estimar parámetros relacionados con el volumen de la copa de arboles, los basados en nubes de puntos, especialmente los fotogramétricos, son prometedores porque son relativamente económicos y fáciles de implementar. En este estudio se comparan los resultados del cálculo del volumen del dosel obtenido a partir de mediciones de algunas dimensiones (cobertura, diámetro de la copa, altura del árbol y altura de la base de la copa) de árboles de nogal con los resultantes de la estimación de las mismas variables a partir de imágenes estereoscópicas obtenidas con una cámara digital comercial montada en un vehículo aéreo no tripulado. Las imágenes adquiridas fueron procesadas con el software Agisoft Photoscan para generar un modelo digital de la superficie y una ortofoto a partir de las cuales se calcularon las dimensiones necesarias para la estimación del volumen de copa. El sitio de estudio corresponde a una plantación comercial de nogal pecanero (*Carya illinoensis*) ubicada a 11 kilómetros al sur de Cd. Obregón, Sonora (27.34 N, 109.93 O). Con el fin de tener una representación más detallada de la estructura de los árboles, se seleccionaron 2 hileras de la plantación que comprendían arboles con diferente nivel de desarrollo. Otras mediciones en campo incluyeron la determinación del índice de área foliar y el por ciento de cobertura por la copa, este último obtenido a partir del análisis de imágenes de la sombra de los árboles. Los resultados preliminares indican una buena correlación entre las mediciones de altura, cobertura del dosel y volumen de la copa con los estimados mediante la técnica de fotogrametría aérea de alta resolución. Los productos generados en este trabajo pueden utilizarse para el estudio de factores bióticos y abióticos (suelo, plagas, manejo, nutrientes) que afectan el desarrollo de los árboles en plantaciones comerciales y para la optimización de factores de manejo en plantaciones forestales y de frutales.

SE06-11 CARTEL

ACTIVIDADES DEL GRUPO INTERDISCIPLINARIO PARA LA RECONSTRUCCIÓN 3D POR FOTOGRAMETRÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA DEL CICESE

Gradilla Martínez Luis Carlos, Meillon Octavio, Hinojosa Corona Alejandro y Arregui Ojeda Sergio Manuel
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
gradilla@cicese.mx

El uso emergente de fotografías tomadas por vehículos autónomos no tripulados (drones) para la reconstrucción 3D de blancos selectos, requiere de la congregación de equipo y habilidades para alcanzar esta meta. En la División de Ciencias de la Tierra de CICESE se ha consolidado un grupo de trabajo interdisciplinario que ha adquirido experiencia en la planeación, ejecución de vuelos autónomos con el posterior procesamiento de fotografías para la reconstrucción de fenómenos en la superficie terrestre. Nos hemos enfocado a los deslizamientos y al mapeo de rupturas superficiales ocasionadas por grandes temblores. En este poster, presentamos algunos de los resultados, los drones multi-rotoreos y de ala fija que utilizamos para tomar fotos en color natural e infrarrojo. Los equipos GPS para la ubicación precisa de los puntos de control terrestre. Las herramientas de software para el procesamiento y generación de productos como las modelos de terreno, de superficie, nubes de puntos y ortofotos. Los estudiantes del posgrado en ciencias de la Tierra del CICESE son capacitados para que incorporen la tecnología en sus proyectos de tesis.

SE06-12 CARTEL

DESLIZAMIENTOS DE LADERAS EN TIJUANA BAJA CALIFORNIA: SU RECONSTRUCCIÓN 3D POR FOTOGRAMETRÍA POR DRONE

Hinojosa Corona Alejandro, Arregui Ojeda Sergio Manuel, Meillon Octavio y Gradilla Martínez Luis Carlos
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
alhinc@cicese.mx

Los altos flujos migratorios en la ciudad fronteriza de Tijuana Baja California, provocan un crecimiento caótico de la mancha urbana, generando asentamientos irregulares en sitios no aptos que eventualmente se "regularizan" con la introducción de servicios por parte de las autoridades municipales. Esta transición no elimina el inminente riesgo a deslizamientos al que están sujetas las viviendas, por el contrario lo incrementa con el peso de la construcción y con las fugas en los sistemas de agua y alcantarillado. En diversas partes de la ciudad, las casas se deslizan por las laderas sin la necesidad de una lluvia torrencial ni de un temblor de mediana magnitud. En este trabajo, presentamos la reconstrucción 3D por fotogrametría por dron de dos de estos sitios, uno en el Cañón de los Laureles ocurrido en mayo de 2015 y otro en la colonia Sánchez Taboada iniciado en febrero de 2016. El objetivo es documentar y dimensionar el fenómeno. En el segundo sitio hicimos una revisita después de 65 días realizando un segundo vuelo con el propósito de evaluar si la reconstrucción 4D podría detectar la evolución hundimiento/deslizamiento en el sitio. Nos apoyamos colocando puntos de control terrestre fuera de la zona de influencia y localizándolos con GPS diferencial. Se presentaran los resultados del trabajo en progreso.

SE06-13 CARTEL

ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN LA OBTENCIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL URBANA EN 3D, BASADA EN FOTOGRAMETRÍA OBTENIDA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS

Sosa Valdés Rogelio¹, Fernández Flores Rubinia¹, Ramírez Serrato Nelly Lucero¹ y Yépez Rincón Fabiola D.²
¹TEEBCON Servicios, Ingenierías y Proyectos SA de CV
²Instituto de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil, UANL
rogelio.sosa@teebcon.mx

La fotografía aérea puede proporcionar nuevas oportunidades para aplicaciones fotogramétricas. Un VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) o dron, puede cubrir tanto los métodos de adquisición de imágenes aéreas y cuasi-terrestres de alta resolución, puede ser equipado con distintos sensores, i.e. una cámara de alta resolución a bordo y anexarle un mapa base para el conocimiento a priori del área de estudio. Los datos obtenidos a partir de los sensores ayudarán a la obtención de información geoespacial misma que es utilizada para la elaboración de mapas catastrales en tres dimensiones, los cuales son generalmente obtenidos mediante la digitalización de las ortofotos georeferenciadas. El área de estudio comprende dos laderas del Cerro del Topo Chico en el Área Metropolitana de Monterrey, en donde se evidencia la presencia de población urbana viviendo en asentamientos fuera de normas establecidas por las autoridades encargadas del ordenamiento urbano. En el presente estudio se generó un ortomosaico a partir del cual se clasificaron los asentamientos humanos irregulares en laderas a modo de vector para que puedan ser añadidas al archivo formato shape de INEGI. El objetivo

de este estudio es aumentar la resolución de la capa vectorial de la información existente en la cartografía por AGEB del INEGI. Al contar con el archivo shape, el modelo de elevación con el relieve del área de estudio y el ortomosaico obtenido con el VANT o dron, será posible obtener el mapa catastral en tres dimensiones para el caso de estudio y permitir el monitoreo dimensional y económico en el caso de un posible evento de riesgo. Además, la información de los tipos de vivienda basados en la información aérea de las estructuras permitirá asignar una categoría de vulnerabilidad de la población e infraestructura a zonas de riesgo. La creciente problemática sobre ocupación de las laderas urbanas y la carencia de una planeación urbana estratégica eficiente hacen que la temática de este trabajo proponga una solución actual y oportuna.

SE06-14 CARTEL

ANÁLISIS GEOMORFOMÉTRICO DEL TERRENO UTILIZANDO TECNOLOGÍA LIDAR Y FOTOGRAMETRÍA CON VANT

Yépez Rincón Fabiola D., Aguilar Durán Juan José y Guerra Cobián Víctor Hugo
Facultad de Ingeniería Civil, UANL
 fabiola.yepeza@gmail.com

Distintas zonas dentro del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) han sido identificadas como vulnerables a los fenómenos de remoción de masas. Durante las últimas décadas el número de eventos por deslizamientos y caídos se incrementó, por lo que los casos se han vinculado al acelerado proceso de urbanización. Con más de cuatro millones de habitantes, la metrópoli continúa densificándose o esparciéndose, con una constante presión sobre los georrecursos debido a los nuevos desarrollos que modifican la topografía, cambian el uso de suelo y por lo tanto interfieren en los flujos y rumbo de los escurrimientos, disminuyendo los niveles de infiltración y representando los factores detonantes para la generación de remoción en masa. Durante el 2015 y 2016 se modeló la inestabilidad de laderas utilizando un SIG que incorporó los factores topográficos (información de Light Detection and Ranging, LIDAR aéreo del 2010), geotécnicos, ambientales y de infraestructura del AMM, con este modelo se zonificaron los niveles de peligro por inestabilidad de laderas. La cartografía resultante sirvió para ubicar dentro de las zonas más peligrosas, algunos sitios de interés, ya que presentaban viviendas que debido al manejo en la urbanización, se encuentran ubicadas a unos metros de material rocoso expuesto. El objetivo fue obtener información de terreno para validar la información obtenida, por una parte, demostrar las modificaciones de uso de suelo para lo que se utilizaron las ortofotos obtenidas con un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) y por otro lado mejorar la información vertical de las laderas expuestas con el levantamiento LIDAR terrestre al obtener información detallada de los echados utilizando Modelos Digitales de las laderas expuestas. Los resultados preliminares muestran que las zonas de riesgo pueden ser definidas con mayor precisión y facilidad con la combinación de LIDAR y fotogrametría y es hasta un 94% precisa comparada con la información de LIDAR terrestre, y concluyendo la importancia de la estandarización metodológica para la obtención de datos 3D y modelado geomorfológico de las laderas.

SE06-15 CARTEL

FOTOGRAMETRÍA MEDIANTE EL USO DE VANT COMO INSTRUMENTO EN LA TOMA DE DATOS ESTRUCTURALES DE TALUDES EN DOS LADERAS DEL CERRO DE LA CORONA, SAN PEDRO GARZA GARCÍA

Caballero Ramírez Víctor Hugo¹, Ramírez Serrato Nelly Lucero¹ y Yépez Rincón Fabiola D.²
¹TEEB-CON Servicios, Ingenierías y Proyectos S.A. de C.V.
²Facultad de Ingeniería Civil, UANL
 viktor.caballero@teebcon.mx

En los últimos años se han ido desarrollando y perfeccionando técnicas de percepción remota con el objetivo de tomar datos geológicos en campo sin alterar el medio físico sobre el que se pretende trabajar. Entre las ventajas de usar Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) está en la gran cantidad de datos que pueden ser recopilados de manera rápida y económica, no provoca impacto o daños ambientales, no se necesita accesos terrestres ni permisos de ocupación, así como los datos que pueden ser recopilados de áreas remotas, accidentadas o con cobertura vegetal. En este estudio se presenta la aplicación de sensores de innovación como lo es el VANT en la generación de información para la toma de datos estructurales sobre taludes para su utilización en la evaluación de estudios de inestabilidad de laderas. El área de estudio se localiza en el cerro de la Corona, en el municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León; en donde se han reportado movimientos de remoción en masa como lo son deslizamientos y derrumbes que atentan contra el patrimonio y bienestar de las familias que habitan alrededor del cerro. Para el presente trabajo, se hicieron mediciones en dos laderas cuyos taludes fueron expuestos durante el proceso de urbanización en el Cerro de la Corona con la finalidad de comparar los datos obtenidos de manera tradicional y los obtenidos mediante el VANT. La metodología a seguir consistió en: i) Medidas en campo con una brújula azimutal aplicando el criterio de la mano derecha para obtener datos puntuales de rumbos y buzamiento directo en las dos laderas y ii) Utilizando la técnica de la foto-reconstrucción, la cual consiste en la alineación y foto-reconstrucción de fotografías obtenidas a través del VANT o dron. Además de

las mediciones puntuales, se tomaron 116 datos manuales de ambas laderas que fueron graficados como polos de los buzamientos y orientaciones de los rumbos de los taludes en estereogramas en el hemisferio inferior de la falsilla de Schmidt; mientras que los datos obtenidos por el VANT fueron procesados para detectar las facetas, estructurar los puntos con la finalidad de calcular su rumbo y buzamiento y finalmente fueron también graficados en la falsilla del hemisferio inferior de Schmidt. Los resultados muestran una confiabilidad en los estereogramas obtenidos de los cientos de datos del VANT, en comparación con los pocos datos de taludes medidos de manera directa en campo de la manera tradicional. Este tipo de investigaciones es de gran utilidad en zonas con alta presión de urbanizaciones que requieren de evaluaciones geoestructurales confiables y prontas alternativas de gestión o propuestas de mitigación.

SE06-16 CARTEL

DESARROLLO DE DRONES PARA EL MONITOREO Y ANÁLISIS DE IMAGENES DE SUPERFICIES TERRESTRES

Quintero Martínez Ruben, Quintero Martínez Maomar y Telles Valdez Yaretzi
Universidad Autónoma de Sinaloa, Parque de Innovación Tecnológica
 rubenquintero94@gmail.com

Por medio de la captura de imágenes y monitores aéreo se analizan las vegetaciones para la detección temprana de plagas y enfermedades en la región agrícola de Sinaloa. El uso de drones en la ciencias agrícolas favorece a la detección de plagas y enfermedades en cultivos vegetales, así como el análisis de suelos y dimensionamientos, entre muchas otras, aunado a esto actualmente en el Parque de Innovación Tecnológica se está trabajando en el desarrollo tecnológico de drones hechos a la medida para la aplicación en las diversas áreas que lo requieran. Gracias al monitoreo y análisis de imágenes aéreas podemos determinar factores favorables para la toma de decisiones tales como rendimiento de semilla, crecimiento, estancamiento de agua ocasionadas por las deformidades de las superficies, detección temprana de plagas y enfermedades.

SE06-17 CARTEL

IMPACTO TOPOGRÁFICO DEL CERRO DEL TOPOCHICO: UN ANÁLISIS QUE CALCULA EL VOLUMEN EXTRAÍDO DURANTE DÉCADAS POR LAS PEDRERAS UTILIZANDO DATOS LIDAR Y FOTOGRAMETRÍA

Aguilar Durán Juan José¹, Yépez Rincón Fabiola D.¹,
 Ramírez Serrato Nelly Lucero² y Guerra Cobián Víctor Hugo¹
¹Facultad de Ingeniería Civil, UANL
²TEEB-CON Servicios Ingenierías y Proyectos SA de CV
 juanjoard9@hotmail.com

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) se encuentra rodeada de montañas las cuales son objeto, en algunas zonas, de una fuerte presión por el uso de los recursos geológicos. Dos de los casos más evidentes son el Cerro del Topochico y Cerro de las Mitras, los cuales durante una gran parte del Siglo XX fueron impactados por la industria pedrera, y la urbanización. El impacto del desarrollo urbano se ve reflejado en las montañas fraccionadas, que sin importar las pendientes pronunciadas o la dirección y composición de la estructura de las laderas han ocupado las faldas de los cerros, los cuales al día de hoy se encuentran habitados por áreas residenciales de todos los estratos económicos, ya sea como residentes legales o irregulares. El presente documento se enfoca en la evaluación cuantitativa de la modificación estructural y topográfica al calcular volumétricamente el impacto y el contexto ambiental genera un listado de las consecuencias del uso excesivo de los recursos dentro del AMM o sus alrededores. Los datos utilizados para el cálculo de volumen extraído se obtuvieron de dos tipos de nubes de puntos 3D obtenidas con dos tipos de sensores i) LIDAR aéreo y ii) Fotogrametría usando un Vehículo Aéreo No Tripulado y la reconstrucción de una nube con la modelación supuesta de las condiciones originales. Los resultados se indican en volumen (m³) por ladera calculado para cada tipo de datos, y comparado con el modelo digital de terreno y una expansión del impacto por el rompimiento de estructuras geológicas para la urbanización de la ciudad hacia las montañas afectándose la estabilidad de las laderas y en donde miles se encuentran en riesgo.

SE06-18 CARTEL

GENERACIÓN Y FUSIÓN DE NUBES DE PUNTOS PARA EVALUAR CONFLICTOS AMBIENTALES EN EL RIO PESQUERÍA USANDO LIDAR Y VANT

Yépez Rincón Fabiola D.¹, Ferrillo Fierro Adrián Leonardo¹,
 Caballero Ramírez Víctor Hugo² y Ramírez Serrato Nelly Lucero¹
¹Facultad de Ingeniería Civil, UANL
²TEEB-CON Servicios Ingenierías y Proyectos, SA de CV
 fabiola.yepeza@gmail.com

El Río Pesquería es un río urbano al norte del Área Metropolitana de Monterrey, el cual nace en el Estado de Coahuila y atraviesa 78 km en Nuevo León a los municipios de García, Escobedo, Monterrey, Apodaca, San Nicolás y Pesquería. La presión

sobre el cauce se debe al rápido crecimiento urbano, especialmente, durante las últimas dos décadas y a la serie de problemáticas ambientales que surgen debido a la deficiente gestión de cuenca. La modificación del entorno, la contaminación de la industria, manejo inapropiado de aguas residuales y otros desechos urbanos y agrícolas han causado una serie de conflictos ambientales, que pese a algunos esfuerzos realizados por los gobiernos municipales no se han podido solventar. Una de las principales problemáticas de la gestión se debe a la falta de delimitación del área federal sobre el cauce, en donde los asentamientos humanos siguen creciendo sobre áreas en riesgo por inundación. Seguido de la construcción de vivienda, la población promueve la electrificación de nuevas zonas y en muchos de los casos las fosas sépticas o descargas directas al río, la población crece y pepenadores congregados quienes tiran basura y escombros son los problemas más comunes. Todo lo anterior representa una problemática ambiental y social que ha superado la capacidad de gestión de los gobiernos locales. De acuerdo con las autoridades, uno de los problemas de raíz es la incapacidad de poder evaluar, vigilar o monitorear el Río Pesquería debido a su extensión, por lo que los problemas suelen irse acumulando sin tener la capacidad de gestionarlos por la falta de datos, lo cual se vuelve aún más crítico cuando se enfrentan emergencias por inundaciones como sucedió en el 2010 durante el Huracán Alex. El presente estudio surge de esta necesidad, y contempla el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) para la generar una base cartográfica que permita detectar, monitorear y evaluar conflictos ambientales sobre el cauce y límite Federal del Río Pesquería. Durante el mes de Julio se han colectado series fotográficas y videos en el Río, que han servido para ubicar tiraderos, asentamientos irregulares, vegetación obstructiva dentro del cauce y determinar las diferencias en volumen de un monitoreo a otro. Los datos serán vertidos en un Sistema de Información Geográfica, de tal forma que la gestión del Río pueda ser más eficiente para afrontar las problemáticas de inspección y vigilancia.