

Sesión especial

Aplicaciones GNSS para la investigación geocientífica en México

Organizadores:

Rebeca López Montes
Enrique Cabral Cano
Román Pérez Enríquez

SE02-1

ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE MONITOREO GEODESICO GNSS PARA EL ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESPACIAL DE ZONAS U OBJETIVOS DE INGENIERÍA

Trejo Soto Manuel Edwiges, Vázquez Becerra Esteban, Aguilar Villegas Juan Martín, Moreno Jennifer Astrid y Benitez Baez Manuel Jesus
 Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS
 mtrejosoto@uas.edu.mx

En la actualidad los métodos satelitales tienen una amplia aplicación en el estudio y caracterización del comportamiento espacial de la corteza terrestre, así como de grandes obras de ingeniería. Para esto es necesario considerar que la altura normal se determina con menor precisión y que las coordenadas de puntos dependerán de la latitud de la zona u objeto estudiado. Además, de un número insuficiente de satélites observados, ocasionado por el efecto de difracción de la señal al ser obstruida por objetos circundantes, limitarían la posibilidad del uso de métodos satelitales. Sin embargo, los resultados muestran que, para una posición favorable de la constelación de satélites y al disminuir la propagación multi trayectoria de la señal, es posible alcanzar una alta precisión incluso de hasta algunos milímetros. El desarrollo de métodos satelitales altamente efectivos para la determinación de coordenadas basados en el uso de los sistemas GNSS, han permitido la evolución de métodos y altas precisiones en coordenadas geodésicas, así como los principios de construcción de redes geodésicas. Por esta razón, los métodos satelitales actuales de determinación de coordenadas basados en sistemas GNSS, otorgan las condiciones para el establecimiento del soporte planimétrico y altimétrico en forma de un conjunto de puntos geodésicos. Para resolver el problema planteado, se propone el uso de coordenadas topocéntricas rectangulares, así como el desarrollo y fundamentación de la aplicación de métodos de elaboración matemática de los resultados de las mediciones satelitales, característicos para el estudio de los procesos deformantes. Una característica particular del uso de las coordenadas topocéntricas rectangulares en el estudio del comportamiento espacial de puntos sobre la superficie terrestre, dentro de ciertos límites del área de cobertura, consiste en que a diferencia del resto de los sistemas de coordenadas, las transformaciones son relativamente muy sencillas; ya que el algoritmo permite obtener las variaciones de las coordenadas de puntos a monitorear en relación a los puntos de apoyo; la superficie de referencia altimétrica pasa a través de los puntos de apoyo; se elimina la necesidad de reducir los resultados de las mediciones al elipsoide de referencia y después al plano; la precisión del cálculo de coordenadas, después de la transformación de geocéntricas a topocéntricas rectangulares, no disminuye la precisión de las coordenadas geocéntricas después de su ajuste matemático.

SE02-2

MEDICIONES Y PROCESAMIENTO GNSS PARA EL VALLE DE MÉXICO: PRUEBA PILOTO TERRENOS DEL NAICM.

Guzmán Acevedo German Michel¹, Vázquez G. Esteban¹,
 Trejo Manuel E.¹, Sanchez Edgar Méndez² y Auvinet Gabriel¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra y El Espacio de la Universidad Autónoma de Sinaloa, FACITE-UAS
²Departamento de Geotecnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM, México D.F.
 michel_2f_15@hotmail.com

El fenómeno de subsidencia afecta a muchas ciudades en el mundo tales como Nagoya, Japón; Venecia, Italia; Long Beach, California; Houston, Texas y el Valle de México, entre otras. El desarrollo demográfico de los principales centros urbanos del Valle de México ha creado una demanda acelerada de servicios, entre los que destaca el abastecimiento de agua potable. Una de las formas más económicas de atender el abastecimiento ha sido la explotación del acuífero mediante el bombeo de agua con pozos profundos, lo que ocasiona que en las zonas lacustres del Valle de México se presente el fenómeno de subsidencia y agrietamiento del terreno. Debido al alto costo de otras alternativas, se prevé que el abastecimiento de agua en este Valle continuará por muchos años dependiendo en forma sustancial de los recursos subterráneos. Por ello y con el propósito de establecer una mejor evaluación de este fenómeno, se ha propuesto el uso de tecnología mediante mediciones de precisión que ofrecen los Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS). En este contexto, se estableció una red geodésica preliminar conformada por bancos de nivel a cada 500 metros, orientada a la cuantificación de la subsidencia de la zona sur del Lago de Texcoco en los terrenos que conformaran el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM). Las mediciones GNSS fueron procesadas considerando intervalos de medición de 1 segundo, un ángulo de elevación de 10 grados, y órbitas precisas GPS diseminadas por el IGS (International GNSS Service); además de tomar como referencia las estaciones de control UNIP (Universum Permanent Station) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); TOL2 (Toluca) de la Red Geodésica Nacional Activa de INEGI (RGNA) y MMX1 (México D.F.) que pertenece a la Red CORS (Continuously Operating Reference Station) de Estados Unidos de Norteamérica. Se espera que los resultados de las mediciones GNSS nos permitan experimentar soluciones eficientes y fiables para la caracterización de la subsidencia en el valle de México, las cuales se pretende complementar con mediciones geodésicas de nivelación geométrica y de gravedad.

SE02-3

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y MONITOREO GNSS DEL PUENTE BENITO JUÁREZ DE CULIACÁN, SINALOA

Galaviz Echagaray Josias¹, Vázquez G. Esteban¹, Gaxiola Camacho Jose Ramon², Trejo Manuel E.¹ y Guzman Acevedo German Michel¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra y El Espacio de la Universidad Autónoma de Sinaloa, FACITE-UAS
²Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics, the University of Arizona, Tucson, AZ.
 josias_ge@hotmail.com

El presente trabajo de investigación propone el desarrollo de una metodología alternativa para el monitoreo de estructuras civiles utilizando mediciones a los Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS), especialmente para el control de desplazamientos, velocidades y aceleraciones en puentes. Dicha técnica se pretende realizar de una manera segura, económica y eficiente cubriendo los rangos específicos que marcan las normativas tanto de construcción de este tipo de obras de ingeniería civil, como del uso de las tecnologías de medición GNSS. Debido a que los puentes son estructuras de gran importancia en ciudades y países desarrollados, se tiene el control de la estructura en uso diario y también después de fenómenos naturales como terremotos, tormentas, huracanes, etc. garantizando con esto la confiabilidad estructural al momento del uso humano. En este contexto, la presente propuesta de investigación impactará de manera positiva a la comunidad ingenieril de la región, debido a la gran cantidad de puentes con los que se cuenta y a la poca o nula información del comportamiento de los mismos. Hoy en día en México es imposible el encontrar una metodología eficiente y económica que permita el monitoreo de los puentes. Científicos de diversos centros de investigación y universidades están abordando la temática del monitoreo de puentes con "Sensores" principalmente, pero esta metodología es complicada y se necesita de personal altamente calificado para su aplicación, además de que el acceso a dichos "Sensores" es limitado y costoso. Por tal motivo, se pretende aplicar directamente la tecnología GNSS propuesta a un puente de edad de diseño avanzado que exhibe vibraciones notables al presentarse tráfico transitando en la estructura, como lo es el "Benito Juárez" localizado en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Se espera que los resultados derivados de la investigación propuesta, no solo nos corrobore si el Puente Juárez se mueve; sino que nos permita tener una radiografía completa y confiable de que partes de la estructura deben ser reforzadas o reemplazadas para garantizar su permanencia, derivando en la seguridad de los transeúntes y de la población en general.

SE02-4

GPS DATA REVEAL LARGE SUBDUCTION THRUST AND STRIKE SLIP FAULT SLOW SLIP EVENTS CONCURRENTLY HAPPENING IN GUERRERO, MEXICO

Kostoglodov Vladimir¹, Husker Allen¹, Santiago Jose Antonio¹, Cotte Nathalie² y Walpersdorf Andrea²

¹Instituto de Geofísica UNAM
²ISTerre : Institut des Sciences de la Terre, Grenoble, France
 vladi@unam.mx

Large, equivalent to Mw~7.5, subduction thrust slow slip events (tSSE) are periodically observed with the GPS data about every ~4 years in Guerrero, Mexico. The last 2014 tSSE started in January and ceased before the end of 2014. At the onset phase of this tSSE, in April-May of 2014 three subduction thrust earthquakes (Mw 7.2, 6.4, 6.1) may have been triggered by this slow slip in the NW part of Guerrero seismic gap. The secular GPS velocity vectors are oblique to the Middle America trench (MAT) and the along-trench velocity components abruptly diminish to the north by 4-5 mm/year across the area of La Venta-Chacalapa fault zone (LVC), which striking at ~105 km inland from the MAT along the Pacific coast of Guerrero and Oaxaca states. This velocity slump represents a partitioning of the oblique convergence between the Cocos and North America plates with a sinistral motion of a forearc sliver. Long-term GPS records show that the tSSEs are always accompanied by the strike-slip SSEs (sSSE) on the La Venta-Chacalapa fault. GPS displacement records in Guerrero reveal that during the inter-SSE periods the LVC fault is mainly locked, and the shear rate across it is only about of 2.0 mm/year. During the tSSE episodes there was a noticeable increase of lateral displacement on several GPS stations located on the coast, south off the fault, which is interpreted as the sSSE occurring on the LVC concurrently with the tSSE. The subduction zone in Guerrero may be an unusual region where the SSEs of two different types are occurring concomitantly. This study was supported by PAPIIT IN110514 grant.

SE02-5

UN MÉTODO SIMPLIFICADO PARA INVERTIR SISMOS LENTOS: EJEMPLO DEL SISMO LENTO DE 2014, GUERRERO, MÉXICO.

Castro Artola Oscar¹, Iglesias Mendoza Arturo¹, Kostoglodov Vladimir¹, Franco Sánchez Sara¹, Hjörleifsdóttir Vala¹, Cabral Cano Enrique¹ y Santoyo García Galiano Miguel Angel²
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Geofísica Unidad Michoacán, UNAM
 oscar@geofisica.unam.mx

Las redes de estaciones GPS localizadas en el estado de Guerrero y zonas aledañas han mostrado que, al menos desde 1998, ocurren deformaciones en sentido contrario a la convergencia Cocos-NOAM que pueden ser explicados como deslizamientos asísmicos en la interface entre las dos placas. Estos deslizamientos asísmicos ocurren con cierta regularidad (~4 años) y diversos trabajos se han presentado en la literatura tratando de encontrar los patrones de deslizamiento en el plano de falla que expliquen las observaciones. Uno de los principales problemas de estos estudios se encuentra en lo que la no-unicidad del problema inverso repercute en la incertidumbre de los resultados. En este trabajo, modelamos el evento de deslizamiento lento en Guerrero, México del 2014 obteniendo patrones geométricos simples (elipses) que explican las deformaciones permanentes observadas en estaciones GPS. El problema directo es construido discretizando finamente el plano de falla y calculando funciones de transferencia para mecanismos focales dados para cada combinación subfalla-estación (Cotton y Campillo, 1995). La inversión se lleva a cabo en el dominio de la frecuencia a través de un esquema de cristalización simulada (Iglesias et al., 2001). Asumiendo que el deslizamiento ocurrió en la interfase entre las placas de Cocos y Norteamérica, modelamos un plano de falla con echado de 15° hasta 115 km desde la trinchera y 2° hasta -250 km con un rumbo de 289°, aproximadamente paralelo a la zona de subducción (como se infiere de Radiguet et al. [2012]). El plano está dividido en 120x48 subfallas de 5x5 km. Se tomaron desplazamientos permanentes en tres componentes, registrados en 14 estaciones distribuidas sobre el plano de 600x240 km. Las funciones de transferencia fueron calculadas usando el método de onda discreta para cada para estación-subfalla (Bouchon, 1981). El sismo del 18 de abril de 2014, Mw=7.2 cerca de Papanaoa, Guerrero ocurrió justo cuando el sismo lento estaba empezando. El efecto cosísmico del evento del 18 de abril en los vectores observados por los GPS es removido mediante el cálculo del desplazamiento estático para una distribución de deslizamientos obtenida mediante observaciones de datos sismológicos (UNAM Seismology Group, en revisión, 2015). El problema inverso es fuertemente no único por lo que para reducir tal efecto se invirtieron geometrías regulares donde se concentra el deslizamiento. Mediante el uso de este esquema, obtuvimos vectores de desplazamiento sintéticos que ajustan de manera razonable las observaciones.

SE02-6

GPS TECHNIQUES FOR STUDYING ATMOSPHERIC CONVECTION AND BIOSPHERE-ATMOSPHERE INTERACTIONS DURING THE NORTH AMERICAN MONSOON.

Adams David¹, Ochoa Carlos¹, Quintanar Arturo¹ y Vivoni Enrique²
¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM/CCA
²Arizona State University
 dave.k.adams@gmail.com

The North American monsoon (NAM) is the dominant climatic feature of northwestern Mexico. The NAM has been the subject of several experimental campaigns and modeling efforts over the last 2 decades, however, permanent meteorological infrastructure has remained sparse. Recently, meteorological infrastructure has increased radically, in particular, by means of low-cost, low-maintenance GPS-meteorological networks. For example, TLALOCnet provides near real-time Precipitable Water Vapor (PWV) from cities in Sonora, Sinaloa, Chihuahua and Baja California del Norte. We report here on data and analysis from the NAM GPS Transect Experiment 2013, which included 10 GPS meteorological station distributed in the NAM. Specifically, we present results from the observed diurnal cycle of convection in the Sierra Madre Occidental (SMO), the relationship between GPS PWV and convecting intensity and, finally, numerical simulations using Weather Research and Forecasting model (WRF). Using GPS PWV, we show that water vapor convergence is weaker over the highest reaches of the SMO relative to the foothills, both in the composite diurnal cycle as well as based on statistics related convective intensity to the time-rate-of-change of PWV. Preliminary results from the modeling analysis show that the simulated diurnal cycle of PWV is very sensitive to Land Use/Land Cover data and to initial and the boundary conditions. Given the sensitivity of high resolution models to surface conditions we were motivated to carry out the GPS Vegetation_Atmosphere Feedback Experiment (GPS-VAFE). This experiment, reviewed briefly here, employs GPS met. and meteorological flux towers and satellite imagery to examine the influence of vegetation on local circulations in the region.

SE02-7

EL USO DE GPS PARA EL ESTUDIO DEL CLIMA ESPACIAL

López-Montes Rebeca¹ y Pérez-Enríquez Román²
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Centro de Geociencias, UNAM
 rebecamont@gmail.com

El clima espacial es el estudio de la variación del plasma espacial solar y su impacto sobre la Tierra, el espacio que la rodea, así como sobre los sistemas tecnológicos, de los cuales la sociedad en general depende cada vez más. Una de las técnicas más utilizadas hoy en día, para conocer el estado del clima espacial, es el cálculo del contenido total de electrones (TEC, por sus siglas en inglés) sobre la ionosfera por medio del sistema de posicionamiento global, GPS, debido a que nos brinda una visión aproximada de lo que está ocurriendo en el medio interplanetario y la Tierra, de manera relativamente fácil, accesible económicamente y en tiempo cuasi-real. Actualmente, en todos los países del mundo existen redes de estaciones permanentes o temporales de GPS, cuya información se encuentra a menudo disponible para el público en general, lo que para el ámbito científico se traduce en bases de datos globales vitales para la investigación del clima espacial, entre otras áreas. El propósito de este trabajo es mostrar como el uso de técnicas geodésicas constituyen una Herramienta trascendental en el estudio del clima espacial, describiendo la técnica en cuestión así como los fenómenos espaciales y terrestre que podemos entender mejor gracias a este tipo de estudios. Además, se hablará de como un evento de clima espacial puede causar falsas alarmas en estudios de otras áreas geocientíficas, por lo que una cooperación multidisciplinaria es de gran importancia.

SE02-8

TLALOCNET: INFRAESTRUCTURA GPS-MET PARA ESTUDIOS DEL CICLO SÍSMICO, TECTÓNICA, SUBSIDENCIA, PROCESOS ATMOSFÉRICOS Y CLIMA ESPACIAL EN MÉXICO.

Cabral Cano Enrique¹, Salazar Tlaczani Luis¹, Galetzka John², DeMets Charles³, Serra Yolande L.⁴, Feaux Karf⁴, Mattioli Glen S.² y Miller Meghan²
¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional, Autónoma de México
²UNAVCO, Inc.
³Department of Geoscience, University of Wisconsin-Madison
⁴University of Arizona, Tucson
 ecabral@geofisica.unam.mx

TLALOCNet es una red GPS-Met diseñada para la investigación del ciclo sísmico, tectónica, subsidencia del terreno, clima, procesos atmosféricos y clima espacial. El desarrollo de TLALOCNet permite esbozar una federación de redes GPS en Estados Unidos, México, Centroamérica, el Caribe y Sudamérica con miras a desarrollar un observatorio de la zona de subducción en el continente americano. El proyecto TLALOCNet esta financiado en su fase inicial por NSF y la UNAM para la construcción de ~38 estaciones GPS-Met. La segunda fase de TLALOCNet está financiada por CONACyT y permitirá la instrumentación de ~20 estaciones GPS adicionales. Esto aunado a la infraestructura GPS ya existente, nos dará presencia en todos los estados del país. Las primeras estaciones TLALOCNet instaladas en los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Baja California operan desde Julio del 2014 como la extensión del Experimento 2013 del transecto GPS del Monzón de Norteamérica para caracterizar de manera continua el proceso de transporte de vapor de agua en esta región. Durante el resto del 2015 continuamos con los planes de instrumentación y expansión de la red y para el 2016 planeamos expandir su cobertura en áreas insulares al instalar 6 estaciones GPS-Met en islas del Océano Pacífico, Mar de Cortez y Golfo de México. Adicionalmente a la instrumentación GPS-Met especificada para esta red, se tienen observaciones geofísicas multiparamétricas en diferentes regiones. Por ejemplo, en la región de Oaxaca se cuenta con 9 estaciones con instrumentación sísmica de banda ancha que permite el registro sísmico y de deformación cortical de procesos de importancia regionales como son los eventos de deslizamiento lentos en la Zona de Subducción Mexicana. Uno de los lineamientos fundamentales en el desarrollo de TLALOCNet ha sido el buscar sinergias y vínculos con otros centros e institutos de la UNAM, así como con otras universidades y centros de investigación del país para diversificar las aplicaciones de los datos generados por esta red. Por ejemplo, las estaciones de la red RUOA del Centro de Ciencias de la Atmósfera cuentan con instrumentación GPS-Met y que permite a RUOA contar con estimaciones de vapor de agua atmosférico mediante técnicas GPS. Los observatorios Magnético de Teoloyucan y de Centelleo Interplanetario en Coeneo (MEXART) cuentan también con observaciones GPS. Estamos iniciando también el flujo de datos en tiempo real de observables GPS para el Servicio Sismológico Nacional (SSN), el Centro de Geociencias, la ENES-Morelia, la Unidad Morelia del Instituto de Geofísica y el Servicio de Clima Espacial Mexicano. Hemos también implementado un convenio de colaboración e intercambio de datos GPS con 7 instituciones académicas y de investigación en nuestro país para que exista un marco administrativo para estas actividades. Con el fin de potenciar al máximo los estudios de procesos geológicos, atmosféricos y espaciales con técnicas GPS, los archivos de observables GPS, el registro meteorológico complementario de las estaciones TLALOCNet y la retransmisión de los flujos de observables GPS a 1Hz en tiempo real están disponibles a través de su repositorio (<http://tlalocnet.udg.mx>).

SE02-9 CARTEL

GEOREFENCIACIÓN, IMÁGENES SATELITALES, GOOGLE EARTH Y CONSISTENCIA CON LOS GNSS: CASO PARTICULAR CIUDAD DE CULIACÁN, SINALOA.

Peralta Robles Nadia Melissa, Vazquez G. Esteban, Guzman Galindo Tiojari y Trejo Manuel E.
 Facultad de Ciencias de la Tierra y El Espacio de la Universidad Autónoma de Sinaloa, FACITE-UAS
 nmelissaperalta@gmail.com

El objetivo principal de esta investigación consistió en verificar la consistencia entre el software público Google Earth, un navegador convencional GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y receptores geodésicos GNSS (Sistemas Globales de Navegación Satelital) al obtener coordenadas geodésicas y UTM (Universal Transversal Mercator); es decir, al momento de la georreferenciación de puntos ubicados en la zona urbana de la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Para ello, se formó una red geodésica de puntos distribuidos uniformemente, los cuales fueron identificados previamente en la imagen de la plataforma Google Earth obteniéndose las coordenadas geodésicas directamente de dicha imagen y comparándose con aquellas obtenidas en el terreno al medirse con el navegador GPS y los receptores GNSS. Para ello se seleccionó una red geodésica de vértices distribuidos uniformemente con una distancia entre ellos de aproximadamente 2 km., la cual se planteó así por tener la necesidad de cubrir la mayor extensión posible de la zona urbana de Culiacán. Además, se establecieron 6 líneas denominadas con las letras A, B, C, D, E, F y fueron enumeradas de acuerdo a la cantidad de puntos existentes por línea, ubicándolos estratégicamente cerca de algún lugar reconocido para así poderlos localizar en la imagen del Google Earth obteniéndose las coordenadas geodésicas directamente de dicha imagen y comparándose con aquellas obtenidas en el terreno con el navegador y el receptor GNSS. En base al experimento planteado para el área de la zona urbana de Culiacán, se puede concluir que los resultados obtenidos en base a la georreferenciación de imágenes con puntos utilizando el software público Google Earth, un navegador GPS y un receptor GNSS, están dentro de los límites de precisión de los equipos satelitales de medición utilizados para el experimento. En base a esto se busca una buena georreferenciación posterior de imágenes de la misión satelital Geo-Eye con un software especializado, como es el caso del ENVI CLASSIC para así reducir la precisión del pixel de la imagen que es de 46 cm. a 23 cm. y hacer factible el uso a estas imágenes para el catastro, localización de servicios y para servir de apoyo a herramientas como los SIG.

SE02-10 CARTEL

EL REPOSITORIO DE DATOS GPS-MET TLALOCNET.

Cabral Cano Enrique¹, Salazar Tlaczani Luis¹, Galetzka John², DeMets Charles³, Serra Yolande L.⁴, Feaux Karl², Mattioli Glen S.² y Miller Meghan²

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

²UNAVCO, Inc.

³Department of Geoscience, University of Wisconsin-Madison

⁴University of Arizona

ecabral@geofisica.unam.mx

TLALOCNet es el proyecto binacional para el desarrollo de infraestructura geodésica mas extenso en México en el cual participan además del Instituto de Geofísica y UNAVCO, los Centros de Ciencias de la Atmosfera y Geociencias de la UNAM. Este proyecto esta financiado por National Science Foundation (NSF) y NASA de los EUA, el CONACyT y la UNAM. El centro de datos de TLALOCNet (<http://tlalocnet.udg.mx>) sirve como el repositorio y punto de disseminación del proyecto y actualmente alberga datos de más de 50 estaciones cGPS, algunas de ellas en operación desde la década de los 90's; hacia finales del 2015 esperamos llegar a almacenar y distribuir datos de ~75 estaciones de manera rutinaria. El centro de datos TLALOCNet es el primer repositorio de datos geofísicos en México que abre su acervo de observaciones geodésicas y meteorológicas actuales e históricas bajo políticas de datos abiertos y libres y de carácter perpetuo. Su operación esta alineada dentro de las políticas de repositorios de datos nacionales e institucionales del CONACyT. Asimismo permitirá en un futuro cercano dar mayor certeza en el proceso de referencia bibliográfica mediante la acuñación de Digital Object Identifiers (DOIs) de los conjuntos de datos del repositorio. La operación de este centro de datos esta basado en el software Dataworks-GSAC desarrollado por UNAVCO y es accesible mediante diversos métodos que incluyen interfases gráficas y comandos de línea que facilitan la automatización de la búsqueda y transferencia de datos de manera rutinaria. TLALOCNet distribuye de manera libre y abierta observables GPS crudos en formatos horarios y diarios con muestreos de 15s y de 5HZ en caso de eventos sísmicos mayores, así como series de tiempo de posiciones diarias, vectores de velocidades y observaciones de meteorología de superficie con muestreos cada minuto para apoyar un gran número de investigaciones en geociencias y dar mayor potencial de desarrollo en México de la sismogeodesia, para estimaciones de peligros geológicos y para apoyar actividades de posicionamiento mediante técnicas de GPS diferencial en tiempo real y en postproceso. Adicionalmente se retransmiten flujos de observables GPS en tiempo real con frecuencias de muestreo de 1 Hz provenientes de ~20 estaciones a grupos de investigación o instituciones gubernamentales o profesionales para apoyar el desarrollo de productos de valor agregado y de actividades de posicionamiento en tiempo real. Estos flujos de datos están disponibles en formatos BINEX, RTCM 2.3 and RTCM 3.1 a través del protocolo Networked Transport of RTCM vía Internet (NTRIP). En los próximos

meses estarán también disponibles soluciones de observables en tiempo real y productos de valor agregado como contenidos totales de electrones (TEC) ionosféricos y estimaciones de vapor de agua atmosférico.