

PROPUESTA DE CREACIÓN

Laboratorio de Geodesia Satelital (LaGeoS)



Dr. Arturo Iglesias Mendoza
M. en C. Juan Esteban Hernández Quintero
Dra. Sara Ivonne Franco Sánchez



Índice

1.- Antecedentes	.....	1
2.- Justificación	.....	2
3.- Administración Estratégica	.....	3
2.1 Objetivo	.....	3
2.2. Visión	.....	3
2.3 Misión	.....	5
4.- Participantes o involucrados y usuarios potenciales	.....	5
4.1 Participantes académicos	.....	5
4.2 Departamentos, Servicios y Unidades participantes	.....	5
4.3 Usuarios potenciales	.....	5
5.- Propuesta de principios de operación	.....	6
6.- Puntos a reforzar para el inicio de operación	.....	6



Laboratorio de Geodesia Satelital (LaGeoS)

1.- Antecedentes

A nivel mundial, el Sistema de Posicionamiento Global¹ (GPS², por sus siglas en inglés) ha adquirido un gran potencial en el ámbito de las Ciencias de la Tierra; dentro del Instituto de Geofísica (IGef) no ha sido la excepción.

En el IGef existen varios departamentos y servicios cuyo desarrollo y crecimiento ha estado ligado a esta herramienta geodésica, principalmente el Departamento de Sismología y el Servicio Sismológico Nacional, por citar algunos ejemplos.

El crecimiento y establecimiento de Redes GPS, que actualmente se encuentran a cargo de investigadores o unidades del IGef, ha estado descoordinado.

Es difícil determinar con exactitud el número total de estaciones GPS permanentes que se encuentran operando a cargo de personal y/o servicios, dentro del IGef.

En la tabla 1 se muestra la información que se ha podido recabar acerca de las redes que se tienen identificadas, se incluye toda la información disponible.

A principios de la década de 1990, cuando se comenzó a utilizar de manera generalizada el sistema GPS, el procedimiento para realizar las campañas y el establecimiento de las estaciones permanentes variaba en función del objetivo que se perseguía. Por otro lado, los datos generados eran de gran importancia para los investigadores titulares de proyectos, ya que les permitía generar conocimiento inédito, y, por lo tanto, impulsar el desarrollo de ciencia básica. Este último aspecto propició que, incluso dentro de nuestra dependencia, la competencia en generar datos para proyectos científicos de gran impacto no permitiera la colaboración entre diferentes grupos.

Cada una de las redes mencionadas anteriormente ha establecido sus propios criterios y estándares de instalación en función de sus objetivos, necesidades y disponibilidad de recursos.

Sin embargo, el crecimiento inconexo de las redes ha tenido como consecuencia que en zonas geográficas haya estaciones localizadas a pocos kilómetros de distancia, (e.g., Puerto Escondido, Oaxaca, donde se ubica una estación del SSN y otra de TlalocNet); mientras que hay zonas del país donde no existen estaciones GPS.

Esta duplicidad de estaciones se debe, entre otras cosas, a que los estándares de instalación no son compatibles.

Considerando todas las estaciones GPS dependientes del IGef, la red que se conforma sería una de las más grande del país. Desde el año 2010, aproximadamente, la administración en turno de este Instituto, identificó la necesidad de compartir y centralizar los datos provenientes de las Redes GPS que operan dentro del IGef. En ese momento no fue posible conciliar los intereses de las partes involucradas. En el 2013, cambió la administración del IGef y en el plan de desarrollo institucional 2013-2017, nuevamente se identifica como área de oportunidad potenciar el uso de esta herramienta, de tal manera que se plantea como parte de sus prioridades fortalecer

-
- 1 El sistema GPS consta de 3 segmentos: (1) Segmento espacial, (2) segmento de control y (3) el segmento de los usuarios. Todas las estaciones GPS pertenecen al segmento de usuarios, por lo que dichas estaciones (y por lo tanto las Redes que conforman), pertenecen al Sistema de Posicionamiento Global, GPS.
 - 2 Actualmente a los sistemas de navegación se les denomina GNSS (por sus siglas en inglés de Global Navigation Satellite System). Los sistemas GNSS incluyen datos de las constelaciones GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, entre otras. En este documento se utiliza el término GPS ya que actualmente, todas las estaciones que existen sólo transmiten datos de esta constelación.



al GPS como herramienta utilizada por diferentes áreas del IGef.

Para poder alcanzar dicho objetivo, la Coordinación de Servicios Geofísicos (organismo creado por la presente administración), organizó en mayo del 2014 un Taller GPS (Taller de Redes GPS y sus aplicaciones en Geociencias), cuyo objetivo principal era dar a conocer a toda la comunidad interesada los objetivos, desarrollos y alcances de las diversas redes GPS que operan en el IGef. Uno de los principales resultados de este evento ha sido obtener un censo del aproximado de estaciones que se operan y mantienen con recursos del IGef (no necesariamente presupuesto interno, pero sí de proyectos que se desarrollan en la Institución).

Para finalizar el taller, se llevó a cabo una mesa de trabajo donde, después de conocer el estado de todas las redes, se exploraron posibles maneras de colaboración que permitieran un desarrollo más homogéneo de las mismas.

Durante el segundo semestre del 2015, se realizaron dos reuniones de trabajo con todos los responsables de las redes. En la primera reunión, se planteó la posibilidad de la creación de este Laboratorio, lo que fue aceptado con un espíritu de cooperación que anteriormente no se había logrado establecer.

Por primera vez se plantea la posibilidad de llevar a cabo una colaboración estrecha entre los diferentes grupos interesados en el tema. El desarrollo mismo de la tecnología GPS obliga a una interacción de grupos. La capacidad que tienen actualmente los receptores GPS de registrar datos de altas frecuencias de muestreo (pueden llegar hasta los 10 Hz), lo relativamente económico que resulta la compra de los equipos, entre otras razones, hace que el volumen de datos generados sea muy elevado.

Por otro lado, a diferencia de lo expuesto, los sistemas de adquisición (software), los servidores de almacenamiento, la experiencia (lo que en inglés se conoce como el *know how*) en la reducción de los datos GPS a productos utilizables en las diferentes disciplinas de la Ciencias de la Tierra etc., son aspectos que requieren fuertes inversiones. Por esta razón, es que hoy día los mismos protagonistas del IGef que han impulsado la creación de redes GPS independientes, consideran ventajoso poder canalizar sus datos a un centro de apoyo en administración, formateo, adquisición y almacenamiento de los mismos.

Con lo que respecta a la reducción de datos GPS (procesamiento), se trata de una tarea que típicamente se ha realizado fuera del IGef. Sin embargo, el IGef ya está en posibilidades de realizar esta tarea en apoyo a los diferentes usuarios de los datos GPS.

2.- Justificación

Hoy día, TlalocNet y el SSN están comenzando a desarrollar estrategias de colaboración que, entre otras cosas, permitan un manejo eficiente de recursos económicos. De tal manera que TlalocNet invierte en modernizar una estación GPS del SSN, no sólo cambiando receptores, sino también incluyendo sensores meteorológicos, lo que aumenta la versatilidad en el uso de los datos. Por su parte, el SSN apoya con la infraestructura disponible: transmisión satelital, programa de adquisición, almacenamiento de datos, entre otros. Ambas redes, son las más robustas de todo el IGef.

Este es un claro ejemplo de que compartiendo esfuerzos se potencia el uso y crecimiento de las redes.

Las demás redes mostradas en la tabla 1 no son tan robustas. La demanda de recursos económicos y humanos para mantener y consolidar una red es muy grande; por un lado, cada responsable debe considerar el trabajo de campo para el mantenimiento de las estaciones; si se necesitan datos en tiempo real o en su defecto la transmisión remota de los mismos, se debe de contemplar los sistemas de comunicación o de enlace para la transmisión, también los programas



y servidores de adquisición, servidores de almacenamiento, personal para mantenimiento y administración de estos equipos de computo, sistemas de respaldo, etc. También, para contribuir a que un proyecto sea exitoso, se debe de considerar la experiencia en el procesado de datos.

Actualmente en el IGef existe personal académico con experiencia en cada uno de los aspectos descritos anteriormente y, además, existe la infraestructura mencionada (la cual, cabe señalar ha requerido importante inversión de recursos); sin embargo, esta infraestructura queda restringida al uso individual de cada proyecto, lo que se traduce en, al menos, duplicar gastos, ya que cada Red debería estar adquiriendo, con sus propios medios, los elementos antes mencionados. Es importante señalar, también, el conocimiento y experiencia de cada uno de los grupos. En este sentido, se vuelve muy atractivo contar con la asesoría y apoyo de los expertos para el desarrollo y crecimiento de una única Red IGef, la cual estaría conformada, al menos inicialmente y por voluntad de los participantes, por las subredes mencionadas anteriormente.

Adicional a lo anterior, en los últimos años dentro del IGef se han desarrollado líneas de investigación que utilizan para realizar sus estudios datos GPS, tal es el caso del Servicio de Clima Espacial y el Departamento de Ciencias Espaciales. Estos grupos son actualmente usuarios de algunos de los datos GPS que ya se están generando en IGef. Sin embargo, nuevamente, el desarrollo inconexo de las redes complica que su uso sea transparente, homogéneo y que todas las redes puedan aportar datos a esta nueva línea de investigación.

3.- Administración estratégica

3.1 Objetivos

Objetivo principal

Proporcionar a los usuarios herramientas e infraestructura de gran nivel para potenciar el uso eficiente e interdisciplinario de los datos GPS dentro del IGef.

Objetivos parciales

- 1.- Apoyar a las diferentes áreas del IGef que utilizan datos GPS para generar, a partir de los datos crudos, diferentes productos, principalmente series de tiempo y mapas de desplazamiento.
- 2.- Implementar bases de datos comunes a todos los usuarios generadores de datos GPS.
- 3.- Brindar apoyo para almacenamiento de datos y adquisición de los mismos (en caso de ser necesaria la recepción en tiempo real).
- 4.- Realizar monitoreo de salud de las estaciones, siempre que éstas se encuentren en tiempo real o, en su defecto, con sistemas de transmisión continua).
- 5.- Salvaguardar la integridad de los datos GPS que sean depositados en los servidores de almacenamiento.
- 6.- Generar políticas de intercambio y privacidad de los datos.

3.2 Visión

Ser un referente institucional en el manejo de datos GPS. Esto incluye homologar los lineamientos de instalación de las estaciones, adquisición y almacenamiento de los datos, así como en la generación de los productos; los cuales serán de calidad, útiles para la comunidad de las Ciencias de la Tierra, en general y en particular y, de manera prioritaria, para los usuarios del IGef. Con la incorporación de nuevas herramientas y datos geodésicos, por ejemplo gravimétricos, ampliaremos la generación de productos útiles a la comunidad del Instituto.



Tabla 1: Listado de Redes contabilizadas dentro del IGef en el 2014. El total de estaciones censadas fue de 105 estaciones permanentes³. Como se puede observar en la tabla, hay mucha información que no esta disponible y/o que sólo se ha podido obtener vía comunicación personal.

Red	Responsable	# Estaciones permanentes	Transmisión en tiempo real	Páginas Web para referencia	Contacto	Observaciones
GPS- SSN	Servicio Sismológico Nacional (SSN)	30	30	www.ssn.unam.mx	Jefe del SSN, Dra. Xyoli Pérez Campos	No existe en la página web información específica de la Red
TlalcNet	Departamento Geomagnetismo y Exploración	38	15	http://tlalcnet.udg.mx/tlalcnetgsac/ https://www.unavco.org/projects/major-projects/tlalcnet/tlalcnet.html	Dr. Enrique Cabral	Esta Red se ha creado en colaboración conUNAVCO Se tienen alrededor de 30 estaciones más en
Sismología-UNAM	Departamento de Sismología	19	Información no disponible	http://usuarios.geofisica.unam.mx/vladimir/gpsred/gpsred.html	Dr. Vladimir Kostoglodov	N/A
GPS- Mareográfico	Servicio Mareográfico	13	Información no disponible	http://www.mareografico.unam.mx/portal/	Jefe del Servicio, Dr. Jorge Zavala Hidalgo	No existe en la página web información específica de la Red
Información no disponible	Departamento de vulcanología.	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Dr. Servando de la Cruz y M.C. Ángel Gómez Vázquez	La información es vía comunicación personal. Es una red sin consolidar. Objetivo de la red: medir deformaciones en el volcán Popocatepetl
Información no disponible	Departamento de Sismología	4	Información no disponible	Información no disponible	Dr. Osvaldo Sánchez	La información es vía comunicación personal. Es una red sin consolidar. Objetivo de la red: medir subsidencia en la Cd. De México
Información no disponible	Departamento de Física Espacial	4	Información no disponible	Información no disponible	Dr.Armando CarrilloVargas	La información es vía comunicación personal. Es una red sin. Objetivo: monitoreo de TEC (Total ElectronContent)

3 El término de estación permanente GPS es un término ampliamente utilizado para designar estaciones que operan de manera continua. Este término también hace alusión a la manera de monumentar (construir) las estaciones, ya que también existen estaciones temporales o de ocupación cuyo procedimiento y características de monumentación son diferentes. A las estaciones permanentes también se les denomina cGPS (estaciones GPS continuas; <http://www.unavco.org/projects/project-support/gnss-support/permanent-station/permanent-station.html>).



3.3 Misión

Proporcionar datos y productos derivados de las redes GPS del IGef a los usuarios asociados a las mismas y, cuando sea posible a la comunidad de Ciencias de la Tierra en general. Se pondrá especial atención a la actualización y modernización, siempre bien fundamentada, de las plataformas (hardware y software) de procesamiento de datos, así como a las metodologías empleadas. Estrechar lazos de cooperación con los servicios geofísicos (SSN, Mareográfico, Magnético y de Clima Espacial) así como con todos los grupos interesados en la tecnología GPS. También se brindará apoyo para el uso de la infraestructura de adquisición y almacenamiento de datos GPS.

4.- Participantes o involucrados y usuarios potenciales

4.1 Participantes académicos

Participantes académicos adscritos al IGef

M.C. Esteban Hernández (Responsable del laboratorio)

Dra. Sara Ivonne Franco Sánchez (Procesado de datos enfocado a Geodinámica, tectónica y sismología geodésica. Programa GISPSY-OASIS y nivel básico de GAMIT).

Dr. Enrique Cabral Cano (Administración de infraestructura GPS - almacenamiento, bases de datos, etc-).

Dr. Osvaldo Sánchez Zamora (Procesado de datos enfocado a subsidencia. Programa GAMIT).

4.2 Departamentos, Servicios y Unidades participantes

Servicio Sismológico Nacional (tiene red, proveedor de datos).

Servicio Mareográfico (tiene red, proveedor de datos).

Departamento de Vulcanología (tiene red).

Departamento de Sismología (tiene red, proveedor de datos).

TlalocNet (proveedor de datos, no necesita productos).

Unidad de Cómputo del IGef (apoyo técnico).

4.3 Usuarios potenciales:

Servicio de Clima Espacial (no tiene red, únicamente usuario).

Departamento de Ciencias Espaciales (no tiene red, únicamente usuario).

Los departamentos y servicios participantes.

5.- Propuesta de principios de operación

El Laboratorio podría ser considerado un tipo de consorcio en el cual se administren los recursos de servidores, programas, procesamiento de datos, etc; ayudando a potenciar y consolidar, inicialmente pero no exclusivamente, al GPS como una herramienta en la Geofísica.

También se administrarán recursos humanos, de tal manera que los responsables de las Redes solo se hagan cargo del mantenimiento de las estaciones y, la generación de productos se realice desde el Laboratorio, si así es solicitado.



Se brindará asesoría en la instalación de nuevas estaciones que aporten datos al laboratorio así se conseguirá, poco a poco, los mismos estándares de instalación y monumentación permitiendo ser estaciones multidisciplinarias (que aporten datos a diferentes áreas de las Ciencias de la Tierra) ampliando la distribución de datos a otras dependencias, por ejemplo Centro de Ciencias de la Atmósfera.

Se facilitará, a quien así lo solicite, espacio de almacenamiento de datos. Dichos datos serán procesados generando los productos adecuados y estos productos serán distribuidos entre quien el responsable de los datos autorice. Para acceder a este servicio los responsables de las redes deberán entregar las memorias de instalación.

Ningún dato y/o producto será utilizado por alguien ajeno al Laboratorio y no será distribuido a nadie que no esté autorizado por el responsable de la red o grupo que está generando dichos datos.

El Laboratorio no se hará responsable del mantenimiento de las estaciones ni de la calidad de los datos. Esto será responsabilidad de los grupos que hayan instalado las estaciones.

El Laboratorio se compromete a participar y liderar la puesta en operación de la obtención de desplazamientos en tiempo real para el SSN; haciendo de este uno de sus principales objetivos a corto plazo.

Además, el Laboratorio será responsable de procesar los datos obtenidos por el proyecto SATREPS, cuyo responsable es el Dr. Víctor Cruz Atienza.

6.- Puntos a reforzar para el inicio de operación

1.- Adquisición de infraestructura para operación

Software y servidor de adquisición.

Servidores de almacenamiento.

Servidores para procesado de datos.

Espacio físico apto (con aire acondicionado, *racks* disponibles, etc) para colocar los servidores. Además de contar con seguridad de redes (manejo de direcciones IP y redes).

Posible solución:

El SSN, TlalocNet y el Departamento de Sismología podrían ceder su infraestructura al laboratorio. Esto incluye servidores de almacenamiento, de procesado y las computadoras del personal.

En el área de cómputo del IGef se podrían colocar los servidores de almacenamiento y de consulta.

El SSN y el Dr. Cabral están en proceso de compra de un software de adquisición (RTNet) el cual podría ser instalado y utilizado en el Laboratorio.

Existe un proyecto con CENAPRED con recursos para la compra de servidores de adquisición y almacenamiento, también para la compra de programas de adquisición.



2.- No hay personal de sistemas para apoyo y/o mantenimiento de equipos.

Es necesario tener el apoyo de los especialistas en el área de sistemas. Es indispensable garantizar que exista comunicación entre los generadores de los datos y el Laboratorio. También debe de garantizarse la seguridad de los servidores.

Aunque algunos de los académicos involucrados en el Laboratorio tienen capacidad para administrar los servidores, es imprescindible que haya alguien con conocimientos de administración y seguridad de redes.

Posible solución:

Que la Unidad de Cómputo del IGef absorba esta responsabilidad y trabaje conjuntamente con los grupos de sistemas de los servicios/departamentos participantes.

3.- Ubicación física.

4.- Conflictos de intereses entre los participantes (individuos y departamentos).

Posible solución:

Establecimiento de políticas de reconocimiento explícito a los generadores de datos así como al personal encargado de mantener las estaciones.

Se trabajará en la implementación de *DOIS* para etiquetar cada conjunto de datos y, con ello, conseguir el reconocimiento directo a cada uno de los participantes y responsables de la Redes.

Desarrollo de políticas de distribución y apertura de los datos.

5.- Es necesaria la elaboración de un reglamento en el cual participen todos los responsables de las Redes que actualmente operan en el IGef.