

PRIMER ENCUENTRO DE INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA, UMAZA-UNL 2014
Mendoza, 13 y 14 Junio de 2014

Título: Proyecto de Investigación GEORREFERENCIACION 2018

Autores: Gustavo Noguera¹, Aldo Mangiaterra²

1- Prof. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.

2- Ex. Prof. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.

Dirección: Av. Pellegrini 250 – Rosario – Santa Fe

Email: noguera@fceia.unr.edu.ar

INTRODUCCION

A partir de GPS se desarrollan, experimentan y/o proyectan otros sistemas de similares características. Podemos citar el sistema ruso GLONASS, ya operativo; el sistema GALILEO, desarrollado por la Unión Europea, aún en su etapa de experimentación; también existen otros en mayor o menor grado de desarrollo, en particular en China y Japón. Además se han desarrollado sistemas complementarios, cuyo fin es mejorar las prestaciones, agregando no sólo precisión sino también confiabilidad.

Ya no se trata de un sistema (GPS) sino de un complejo denominado Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS), que permite determinar las coordenadas de cualquier punto sobre la superficie terrestre o por encima de ella, en un sistema de referencia mundial, con precisión y rapidez variable de acuerdo al equipamiento y método utilizado. Se trata de un sueño realizado. Ese sueño es lo que denominamos GEORREFERENCIACIÓN y consiste en la identificación de todos los puntos del espacio (aéreos, marítimos o terrestres; naturales o culturales) mediante coordenadas referidas a un único sistema mundial. La georreferenciación se ha convertido en la base tecnológica de un cambio cultural.

El objetivo general del proyecto es aportar al desarrollo de conocimientos que faciliten el uso adecuado de la GEORREFERENCIACION en el orden regional, tratando de difundir su aplicación, mejorar las aplicaciones ya vigentes como así también las proyectadas y “descubriendo” nuevas a desarrollar

Un tema al que se le otorga particular atención es el de las Estaciones Permanentes.

El Grupo de Geodesia Satelital de Rosario (GGSR), a cargo del proyecto, está vinculado al tema GPS (luego GNSS) desde su constitución en 1993 y la metodología a aplicar está vinculada tanto a sus características como a su experiencia, por lo cual se apoyará tanto en el estudio teórico de causales como en la evaluación de observaciones experimentales, incluyendo entre las tareas a desempeñar: la obtención de información actualizada, continuar la relación con grupos de investigación afines, contacto permanente con instituciones de significativa importancia (nacional e internacional), generación de intercambio con los usuarios, propuesta de normas de georreferenciación (en particular para el Catastro de la Provincia de Santa Fe),

intensa experimentación aprovechando la disponibilidad de la Estación Permanente UNRO y también de un equipo trasladable para la instalación de una estación con las características de Estación Permanente Experimental en diversas ubicaciones de la Provincia de Santa Fe. Además está proyectado el mejoramiento continuo de la estación UNRO, en cuyo equipamiento se ha logrado recientemente un salto cualitativo, al pasar de una estación GPS a una estación GNSS, fruto de la mutua colaboración con el Instituto Geográfico Nacional que ha provisto ese equipamiento. Por otra parte la perspectiva de transferencia de resultados es óptima y la formación de recursos humanos está garantizada.

PALABRAS CLAVES:

GEODESIA GPS GNSS ESTACION PERMANENTE GEORREFERENCIACION

ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS SOBRE EL TEMA

Desde finales de la década del 80 comenzó a funcionar el sistema satelital llamado Sistema de Posicionamiento Global, mas conocido por sus siglas GPS, propiedad del gobierno de los EEUU. GPS permite determinar las coordenadas de cualquier punto sobre la superficie terrestre o por encima de ella, en un sistema de referencia mundial, con precisión y rapidez variable de acuerdo al equipamiento y método utilizado.

Esto es lo que denominamos GEORREFERENCIACIÓN y consiste en la identificación de todos los puntos del espacio (aéreos, marítimos o terrestres; naturales o culturales) mediante coordenadas referidas a un único sistema mundial.

En la actualidad GPS está en pleno funcionamiento y la expansión de su aplicación es vertiginosa.

La combinación de rapidez, precisión y economía que GPS ofrece supera absolutamente a todas las tecnologías precedentes en la materia, constituyendo un salto cualitativo que ha revolucionado el campo de las mediciones terrestres.

Además, al establecer el posicionamiento respecto a un único sistema de referencia global, logra la correlación de información proveniente de distintas fuentes y épocas, permitiendo así el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) de enorme potencialidad en el tratamiento de la información de todo tipo (física, económica, política, etc.) vinculada al espacio terrestre.

GPS se ha convertido en un recurso tecnológico ya insustituíble en muchísimos aspectos de la actividad humana, deviniendo entonces en sustento tecnológico de un cambio cultural consistente en la georreferenciación de todas las actividades que, de un modo u otro, estén vinculadas al territorio.

GPS fue creado con fines militares pero su uso civil ha sobrepasado largamente su utilización bélica y constituye lo que podríamos considerar como un servicio público de carácter mundial.

El sueño de los antiguos navegantes, conocer en cada instante su posición en el mundo, es hoy realidad; la era satelital lo ha hecho posible y ya es posible "caminar sobre el mapa" tal como lo muestran simples accesorios incorporados a un automóvil en movimiento.

A partir de GPS, en una carrera que es a la vez competencia y complementación, se han desarrollado, se experimentan y/o se proyectan otros sistemas de similares características.

El sistema ruso GLONASS fue desarrollado ya por la entonces denominada Unión Soviética. Es similar al GPS, pero presenta algunas características diferentes, lo que no impide la compatibilización en el uso de ambos sistemas.

GLONASS se encuentra operando con 29 satélites. Así su complementación con GPS resulta muy significativa.

El sistema GALILEO, desarrollado por la Unión Europea, está aún en su etapa de experimentación, siendo probable su operatividad a partir del año 2014, aunque cuenta ya con 4 satélites en órbita; completarlo depende, aparentemente, más de los avatares económicos que de los tecnológicos.

Por otra parte existen proyectos por parte de otros estados, en particular China y Japón, que si bien aún no han completado la puesta en órbita de la totalidad de los satélites componentes, pero que seguramente sumarán aportes al posicionamiento satelital.

Por lo tanto ya no se trata de un sistema (GPS) sino de un complejo que ha dado en denominarse Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS).

Esta complejidad implica cuestiones no menores, como por ejemplo tener en cuenta parámetros de transformación de coordenadas entre GPS y GLONASS.

Es decir que ya existe, e indudablemente se incrementará, una "sobreabundancia" de satélites aprovechables siempre que se cuente con el equipamiento adecuado y es obvio que tal sobreabundancia permite mejorar las prestaciones.

En el caso particular de GPS están proyectadas notorias mejoras, parte de las cuales se practican, otras se experimentan y las restantes están diseñadas, las que permitirán avanzar tanto en la precisión como en la confiabilidad. Al respecto podemos citar la incorporación del código C/A en la frecuencia L2 o la emisión de una nueva frecuencia denominada L5.

Además se han desarrollado sistemas complementarios, mediante satélites geoestacionarios, cuyo fin es, precisamente, mejorar las prestaciones, agregando no sólo precisión sino también confiabilidad. Estos sistemas son por ahora tres y están operables en América del Norte, en Europa y en Japón y se los conoce bajo el apelativo, quizá inapropiado para nuestra lengua, de "Sistemas de Aumentación".

A todo lo dicho habrá que agregarle que cada uno de los respectivos sistemas están en constante experimentación, que su constante funcionamiento permite su monitoreo y que, por su naturaleza, facilitan un recursivo perfeccionamiento.

Sin embargo tales cambios no tienen un horizonte limitado ni tampoco aplicación generalizada. Son notorias la sobreabundancia de satélites, la mejor precisión, el aumento de la confiabilidad y la ampliación de posibilidades de un posicionamiento preciso en tiempo real, todo lo cual invita a mayores requerimientos, al surgimiento de nuevas necesidades y por tanto retroalimenta la demanda de desarrollo tecnológico, de difusión de conocimientos y de adquisición de equipamiento para su aplicación.

Resulta difícil estar al día en cuanto a conocimientos y más aún contar con equipamiento capaz de ponerlos en práctica.

Estas consideraciones son de carácter general. En el hemisferio Sur adquieren algunas particularidades; por ejemplo no contamos con sistema de aumentación con cobertura para América del Sur.

Merece consideración especial el tema de las llamadas Estaciones Permanentes (EP). Entendemos por ello la instalación de una antena satelital fija, que recibe las señales en forma

continua y retransmite, mas o menos elaborada, la información a los usuarios por diferentes medios. Su utilidad puede variar, prestando servicio de diferente forma en su zona de influencia hasta llegar a su integración en redes constituidas al efecto.

Las EPGNSS constituyen ya la manera mas adecuada de materialización de un marco de referencia geodésico, el cual sirve de referencia y apoyatura para georreferenciar todas las características del territorio y de las actividades que en él se desarrollan.

Las EPGNSS brindan, mediante la comunicación pública de sus observaciones, información necesaria para llevar a cabo diversas actividades (mensuras, minería, construcciones, cartografía, navegación aérea, terrestre y fluvial, etc.) cuando éstas requieren georreferenciación de mejor calidad que la brindada por un receptor satelital aislado. Las EPGNSS brindan al usuario una base mas cómoda y segura que la que él mismo puede constituir utilizando puntos de coordenadas conocidas.

Los receptores GNSS con capacidad de vincularse a Internet, pueden tomar las observaciones de las EPGNSS permitiendo obtener posiciones sumamente precisas en tiempo real, lo que es muy útil en muchos casos, pero imprescindible cuando las operaciones a realizar incluyen el replanteo de puntos cuyas coordenadas provienen de cálculos, proyectos o el recorrido preciso de itinerarios preestablecidos.

En nuestro país la red de EPGNSS RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo) está en expansión, pero es necesaria una mayor densificación.

La región constituida por las provincias de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos cuenta solamente con ocho EPGNSS: UCOR y RIO4 (Pcia. de Córdoba), UNRO, EPSF y SBAL (Pcia. de Santa Fe), PRNA, FEDE y GUAY (Pcia. de Entre Ríos)

Tal situación contrasta notoriamente con la importancia de la actividad productiva, agropecuaria e industrial y, en general, con la magnitud e intensidad del conjunto de las actividades que son propias de la región. Cabe destacar que ya hay provincias (Buenos Aires, Mendoza) que cuentan con una red de EPGNSS.

Cuestiones tales como los sistemas de referencia y la infraestructura o marcos que los materializan han pasado a tener importancia fundamental en el uso de GNSS, Las precisiones logrables hacen necesario considerar el desplazamiento de cada punto de la corteza terrestre (movimiento de las placas tectónicas) y, si bien en muchas aplicaciones ello carece de importancia o es muy relativa, no sucede así en todos los casos. Por lo tanto es imprescindible que las coordenadas estén referidas a una época determinada.

En América y en particular en Sud y Centro América contamos con el marco de referencia denominado SIRGAS, vinculado a su vez con IGS (Servicio Internacional de GNSS).

En nuestro país el IGN ha puesto en vigencia el marco de referencia denominado POSGAR07.

El uso de la georreferenciación se viene expandiendo aceleradamente y se pueden citar numerosísimos ejemplos al respecto.

Tal es el caso de las obras viales, sobre todo las más importantes, en las cuales la posición de cada elemento de la obra se define por sus coordenadas.

Otro ámbito en que la georreferenciación pasa a tener un papel de primer orden es el agro, sobre todo en la pampa húmeda, donde operan estaciones permanentes GPS, con alcance de centenares de kilómetros, o sistemas de enlace radial o satelital, para posicionar la maquinaria agrícola suscripta al servicio.

El uso adecuado (por otra parte amplísimo) de las imágenes satelitales, requiere contar con su previa georreferenciación.

El Catastro Territorial moderno recurre a la georreferenciación para identificar las parcelas de propiedad territorial, tal como lo establece la Ley Nacional de Catastro N° 26.209 sancionada en diciembre de 2006.

Los medios tecnológicos, más allá de su continuo perfeccionamiento, están notoriamente desarrollados. No sucede tan así con su accesibilidad vista desde el punto de vista económico.

Sin embargo quizá lo que menos desarrollado está es la extensión y profundidad del conocimiento sobre las aplicaciones y potencialidad de la georreferenciación y subsecuentemente los conocimientos para su manejo adecuado.

Existe una peligrosa subcultura que considera cierta tecnología y sus resultados como algo mágico, que se desenvuelve por sí solo al margen y por encima de sus usuarios humanos y por supuesto con mayor fuerza si esa tecnología lleva el aditamento de ¡satelital!

Todo el conocimiento vinculado al posicionamiento satelital está condicionado por ciertos intereses, en particular los de los propietarios de los sistemas, por razones militares en gran medida y por otra parte por los intereses comerciales de los fabricantes de equipamiento que no transparentan sus desarrollos.

La georreferenciación se expresa mediante coordenadas y éstas a través de valores numéricos. Son necesarios entonces varios aspectos a cubrir:

- a) la obtención de las coordenadas
- b) el cálculo de las transformaciones y conversiones de las mismas (no olvidemos que hay distintas maneras de expresar las coordenadas, pero que hay también coordenadas ya obtenidas en distintos sistemas de referencia)
- c) la aplicación de las coordenadas a la resolución de diferentes problemas prácticos, como puede ser, por ejemplo, la corrección de una imagen satelital para que todos los puntos identificables en ella estén adecuadamente georreferenciados, el cálculo de superficies, la medición de distancias, etc.
- d) la implementación de la georreferenciación requiere de ciertas normativas; tengamos en cuenta que pretendemos correlacionar información procedente de distintas fuentes, lo que requiere criterios compatibles y el uso de un lenguaje común
- e) el cálculo de las precisiones inherentes a las coordenadas obtenidas, para su implementación en redes topográficas o geodésicas. Dichos cálculo involucra necesariamente el estudio y ajuste de los errores inevitables que afectan a todo proceso de medición y la obtención de resultados únicos a partir de determinados criterios estadísticos, como mínimos cuadrados, entre otros.

OBJETIVOS DEL PROYECTO (contribución al avance del conocimiento científico y tecnológico)

El objetivo general es aportar al desarrollo de conocimientos que faciliten el uso adecuado de la Georreferenciación en el orden regional, tratando de prever las implicancias de su vertiginoso desarrollo como así también de las mejoras ya vigentes, de las proyectadas y, en alguna medida, de las que irán apareciendo próximamente, en vista a una perspectiva de lo que entenderemos como Georreferenciación a la finalización de este proyecto, allá por el 2018.

Pero a la vez establecemos algunos objetivos particulares que circunscriben el alcance del presenteproyecto y permiten definir posibles aportes concretos.

Con tal criterio pasamos a señalar:

a) aportar conocimientos, información y propuestas tecnológicas para la ampliación y mejoramiento del uso del GNSS:

-en "tiempo real" (es decir para obtención de coordenadas instantáneas), apelando al uso de Estaciones Permanentes y de Internet

-mediante PPP (Posicionamiento Puntual Preciso) o sea con el uso de un solo receptor, utilizando desde los equipos de la menor precisión (navegadores), hasta los de la mayor precisión (doble frecuencia)

b) aportar propuestas para las diversas aplicaciones de la georreferenciación en los levantamientos topográficos, en particular para el Catastro, la construcción de obras y la Agricultura de Precisión

c) continuar desarrollando conocimientos y experimentación para el funcionamiento de las Estaciones Permanentes GNSS y aportar prácticamente a la densificación de las redes que las mismas integran

d) continuar proponiendo normativas para el uso de la georreferenciación en general y para su aplicación al catastro territorial en particular

e) continuar con la producción y mejoramiento de software destinado al uso de georreferenciación (transformación y conversión de coordenadas, cálculos de aplicación diversos) con respaldo de calidad

f) aportar propuestas referentes a la enseñanza, particularmente la introducción y manejo de la georreferenciación en la geofísica, la cartografía y otras disciplina afines, y también en la enseñanza de geografía en distintos niveles educativos

g) contribuir a la divulgación de los conocimientos vinculados a la georreferenciación, al uso de GNSS y en particular aportar a la formación de recursos humanos preparados para su aplicación

h) colaborar con las mas diversas instituciones interesadas en el tema como así también con otros grupos de investigación para el mejor logro de los objetivos señalados

METODOLOGÍA

El Grupo de Geodesia Satelital de Rosario (GGSR), a cargo del proyecto, está vinculado al tema GPS desde su constitución en 1993, bajo la dirección por entonces del destacado geodesta Ing. Oscar Parachú, quien falleciera en 1995.

El grupo viene de la culminación exitosa en el año 2002 del proyecto PID 19/1077 "Estación Permanente GPS", por lo que el Instituto Geográfico Militar (actualmente Instituto Geográfico Nacional IGN) le cedió un equipo doble frecuencia para la instalación de una Estación Permanente (UNRO), de la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo), en la ciudad de Rosario, cuya operación está a cargo del GGSR prestando un servicio público gratuito y participando en la red SIRGAS-CON (Sistema de Referencia para las Américas Continuo). A ese proyecto le siguieron otros cuatrianuales, todos ellos con informe final aprobado. El último, denominado DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS AL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN SATELITAL GNSS, INVESTIGACIÓN SOBRE SU DESARROLLO Y PROSPECTIVA finaliza en diciembre de 2013.

La estación UNRO opera eficientemente y además experimenta y pone en práctica los avances mas importantes como la publicación en el sitio de internet www.fceia.unr.edu.ar/gps de los

archivos de observación actualizados a cada hora para su uso en post-proceso y la transmisión del "stream" de observaciones en tiempo real, utilizando el protocolo NTRIP.

Está proyectado el mejoramiento continuo de la estación UNRO, produciéndose recientemente, marzo del presente año, un salto cualitativo, al pasar de una estación GPS a una estación GNSS, con acceso a las señales de otros sistemas, la cual ha sido facilitada por el Instituto Geográfico Nacional.

Los integrantes del grupo han publicado (junio del año 2005) el libro "GPS Posicionamiento Satelital" por medio de la editorial de la Universidad Nacional de Rosario, con subvención de la Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

El Director de estos proyectos ha actuado como miembro de la comisión provincial que elaboró las normas para la georreferenciación de mensuras en la Pcia. de Santa Fe y es autor del proyecto que sirvió de base para dicha tarea.

El Gobierno de la Pcia. de Santa Fe ha otorgado financiamiento al GGSR para la elaboración de un proyecto de red de Estaciones Permanentes GNSS en la provincia.

En los años 2010, 2011 y 2012 se ha dictado el curso Geografía y Georreferenciación, destinado a docentes de geografía de nivel medio.

Sin lugar a dudas podemos afirmar que el Grupo de Geodesia Satelital de Rosario constituye un referente regional en lo relativo a GNSS y en particular en el tema GPS.

Por otra parte hay tres características esenciales del grupo:

- a) su intensa relación con el medio, evidenciada tanto en el contenido de su investigación como en la relación fluida con entidades profesionales, organismos oficiales y empresas
- b) su intensa relación con la docencia de grado y posgrado
- c) su experiencia en trabajos de campo y en particular en el uso de la tecnología GPS aplicada a los mas variados fines

Como antecedente puede señalarse también que el grupo ha desarrollado en forma continua su labor pese a contar con escasísima financiación.

La metodología a aplicar está directamente vinculada tanto a las características como a la experiencia del grupo; por lo cual se apoyará tanto en el estudio teórico de algunas causales como en la evaluación de resultados de la experimentación y consta, en lo fundamental, de los siguientes puntos:

I) Obtención de información, lo que incluye: publicaciones especializadas, consultas en Internet e información proveniente de proveedores de equipos y servicios (concientes de que la misma es limitada y debe ser sometida a riguroso análisis)

II) Relaciones con grupos de investigación afines (en nuestro caso GESA, Georreferenciación Satelital, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Univ. Nac. de La Plata y CIMA, Centro de Procesamiento Ingeniería Mendoza Argentina. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo)

III) Contacto permanente con instituciones de significativa importancia en el ámbito nacional como el IGN (Instituto Geográfico Nacional) y en el ámbito internacional como SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas),

IV) Generación de intercambio con los usuarios para evaluar sus requerimientos y experiencias.

En tal sentido cabe destacar la relación de cooperación ya existente con el Servicio de Catastro e Información Territorial de la Pcia. de Santa Fe, la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Rosario, el Ministerio de Asuntos Hídricos de la Pcia. De Santa Fe, el Colegio de Profesionales

de la Agrimensura de la Pcia. de Santa Fe y diversas instituciones educativas como así también empresas del ámbito de la ingeniería civil y la agrimensura; ello ha dado lugar a diversos convenios formales con resultados concretos

V) Intensa experimentación aprovechando la disponibilidad de la Estación Permanente UNRO y de un equipo trasladable para la instalación de una estación con las características de Estación Permanente Experimental en diversas ubicaciones de la Pcia. de Santa Fe; hasta ahora las ciudades de Venado Tuerto, Santa Fe, Gálvez y Rufino. La experimentación debe procurar evaluar:

- aptitud del sitio para la instalación de una ESTACION PERMANENTE
- distintos tipos de receptores y métodos de medición
- distintas longitudes de vectores
- posicionamiento puntual preciso vía Internet

VI) Estudio, elaboración, discusión con los usuarios y mejoramiento de normas de georreferenciación, en particular para el Catastro de la Provincia de Santa Fe

VII) Participación con presentación de trabajos en reuniones científicas y técnicas

INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE EN LA UNIDAD EJECUTORA

La infraestructura disponible es la que brinda la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, la Escuela de Agrimensura y el Departamento de Geotopocartografía.

1 – Edilicia: se cuenta con un espacio de dos ambientes, apto para el trabajo diario y la realización de reuniones del grupo, provisto de alarma electrónica. Se necesita mejoramiento del mobiliario y útiles de oficina

2 – Servicios: se dispone del uso de teléfono, fax, correo postal e Internet

3 – Equipamiento: tres receptores GPS de una frecuencia y dos de doble frecuencia, tres navegadores GPS, dos computadoras tipo PC (con sus impresoras) conectadas a Internet, e instrumental diverso y numeroso para trabajos topográficos; además se cuenta con un receptor Trimble 5700 doble frecuencia, antena Zephyr Geodetic, computadora y software de administración de Estación Permanente GPSBase, lo que permite instalar con rapidez una estación transitoria experimental con las características propias de una Estación Permanente

4 – Estación Permanente GNSS: la misma tiene funcionamiento en el espacio indicado en el punto 1, con un receptor Trimble NetR9 y antena Zephyr Geodetic, publicando los archivos de observación actualizados a cada hora para su uso en post-proceso en el sitio de internet www.fceia.unr.edu.ar/gps. Simultáneamente se hace la transmisión del “stream” de observaciones en tiempo real, utilizando el protocolo NTRIP.

5 – Biblioteca: biblioteca propia con la bibliografía imprescindible y acceso al uso de la biblioteca de la Facultad

6 – Informática: acceso al uso del Laboratorio de Geoinformática de la Escuela de Agrimensura

CONTRIBUCIÓN A LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

A nuestro juicio la “formación de recursos humanos” no se limita a la formación de becarios, maestrandos o doctorandos, además consideramos:

- Docencia de grado en la carrera de Agrimensura con particular importancia de la dirección de Trabajos Finales de carrera
- Cursos de posgrado: en los mismos ya han participado más de 300 profesionales de diversas

especialidades, dictándose hasta ahora en las universidades de Formosa, Nordeste, San Luis, San Juan, Litoral, Morón y nueve ediciones en Rosario con profesionales de 14 provincias.

- Realización de cursos de capacitación técnica como los efectuados para personal de la Municipalidad de Rosario, del Ministerio de Asuntos Hídricos de la Pcia. de Santa Fe y para matriculados del Colegio de Profesionales de la Agrimensura de la Pcia. de Santa Fe
- Realización de cursos de capacitación "Geografía y Georreferenciación" para docentes del nivel medio
- Interrelación permanente mediante intercambio de experiencias, conocimientos y docentes y la realización de actividades de investigación conjuntas con unidades académicas de otras universidades; en nuestro caso en particular con la Facultades de Cs. Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, Facultad de Ingeniería UNCuyo y Ciencias Hídricas de la UNL
- Participación permanente, durante el desarrollo del proyecto, en forma continua o en períodos parciales de estudiantes y de jóvenes profesionales
- Formación de becarios proponiendo a tal fin la adjudicación de una beca asociada a la realización del proyecto

CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

Una adecuada valoración exige tener en cuenta cuatro aspectos:

- 1) las actividades beneficiarias son innumerables, es decir todas aquellas que tienen ubicación espacial concreta sobre la superficie terrestre; podemos citar, a sólo título de ejemplo, agrimensura, hidrología, agronomía, transporte, geología, obras de ingeniería, diversos servicios públicos, etc.
- 2) en cuanto al aporte específico concreto debemos tener en cuenta la importancia de facilitar conocimiento, metodología y técnicas del GNSS que garanticen su calidad y permitan optimizar los recursos disponibles en cada caso. Es obvio que la información territorial georreferenciada posee un valor distinto al de aquella que no está dotada de tal atributo, pero también es cierto que si la georreferenciación queda librada tan sólo a la magia de algunos aparatos electrónicos es fácil prever que, a más de algunos errores y confusiones pueden producirse efectos indeseables cuando no altamente peligrosos
- 3) menos tangible, pero seguro altamente eficiente, es el aporte que se puede brindar facilitando el conocimiento de los avances en GNSS, su utilidad y aplicación, tanto en los niveles profesionales específicos como en la educación en general
- 4) La instalación de una red de Estaciones Permanentes GNSS, por parte de la Pcia. de Santa Fe, que el grupo ha proyectado y que actualmente está en desarrollo en conjunto con el IGN y el Servicio de Catastro e Información Territorial

PERSPECTIVAS DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Se trata de aportes tecnológicos concretos y propuestas educativas, con un campo de usuarios amplísimo. No es un camino inexplorado. La experiencia llevada a cabo por el Grupo de Geodesia Satelital de Rosario, abarca ya un lapso de veinte años.

Uno de los logros más importantes es la instalación y funcionamiento de la Estación Permanente GPS UNRO, culminación de un proyecto en el cual participaron diversos organismos públicos, entidades profesionales y empresas (publicación N° 7 de la colección Geociencia - Editorial de la UNR). La Estación Permanente GNSS Rosario constituye un servicio público de acceso libre y

gratuito, la primera en ese carácter en el país y asimismo la primera en la transmisión de correcciones a tiempo real.

En el mismo sentido podemos citar:

Realización de cursos de posgrado y/o de capacitación en la UNR y en las universidades del Litoral, San Luis, Nordeste, Formosa, San Juan y Morón, en Colegios Profesionales y entes gubernamentales, por los cuales han pasado mas de 400 profesionales y técnicos

Diferentes publicaciones, en particular el libro "GPS Posicionamiento Satelital", disponible en Internet y presentación de ponencias en eventos nacionales e internacionales

Publicación en Internet del Programa GEOCOO 1.0.1, de libre disponibilidad, que resuelve conversiones entre distintos tipos de coordenadas y transformaciones entre distintos marcos de Referencia

Georreferenciación, realizada por el GGSR, de la obra conexión física Rosario-Victoria a pedido de la empresa constructora

Relación existente con diversos entes oficiales y empresas privadas

Resolución de la Secretaría de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Pcia. de Santa Fe otorgando al GGSR financiación para la elaboración del proyecto: "Infraestructura de estaciones terrestres para la georreferenciación en la Provincia de Santa Fe mediante posicionamiento satelital", con informe final publicado en el año 2012

Funcionamiento a cargo del GGSR de una Estación Permanente perteneciente al proyecto LISN (Low-latitude Ionospheric Sensor Network), en el marco de actividades conjuntas entre la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Univ. Nac. De La Plata y y el GGSR.

Las Estaciones Permanentes de Paraná (Entre Ríos), Santa Fe (Santa Fe) y Rufino (Santa Fe), se encuentran en funcionamiento bajo la responsabilidad del GGSR

Instalación experimental de Estaciones Permanentes en Venado Tuerto, Gálvez y Rufino, Pcia. de Santa Fe.

Dictado tres ediciones del curso "Geografía y Georreferenciación" para docentes del nivel medio Sin lugar a dudas el grupo constituye, en cierto ámbito y dentro de sus limitaciones, un referente reconocido en cuanto a posicionamiento satelital y georreferenciación.

Por tanto, a mas de la transferencia que de por sí constituye la docencia de grado y posgrado con vinculación específica al tema, la vigencia de una relación directa del grupo con instituciones diversas hace que la transferencia sea inmediata y constante.

CONCLUSION

El documento presentado es la formulación completa del proyecto, se trata de un proyecto de investigación con inicio de actividades en 2014 y es de desarrollo cuatrianual, o sea hasta 2018, por lo tanto ya hemos comenzado a trabajar en el mismo.

Recientemente nos han comunicado desde la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNR que los informes de los evaluadores a los que se les envió el proyecto para validarlo, han resultado todos con calificación favorable.

Cabe mencionar que el grupo a cargo del proyecto ya viene trabajando en los temas GNSS - Estaciones Permanentes - Georreferenciación en proyectos de investigación anteriores, es por eso que se mencionan logros precedentes, este proyecto viene a ser una continuación de los mismos.

En los próximos encuentros iremos presentando los avances del presente proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- GALERA MONICO, JOÃO FRANCISCO (2008). Posicionamento pelo GNSS, 2da. Edición, Editorial Universidad de San Pablo.
- HOFMANN-WELLENHOF, et al. (1997), Global Positioning System, Theory and practice, Springer- Verlag, Wien, New York.
- HUERTA E., JIMÉNEZ B., MANGIATERRA A., NOGUERA G., et al. (2001), "Georreferenciación", Serie "Temas de Geociencia" Nº 7, UNR Editora, Rosario.
- HUERTA E., MANGIATERRA A., NOGUERA G., (2005), GPS Posicionamiento Satelital, UNR Editora, Rosario.
- HUERTA E., MANGIATERRA A., NOGUERA G., (2012), Infraestructura de Estaciones Terrestres para la Georreferenciación en la Provincia de Santa Fe, UNR Editora, Rosario.
- LEICK A., 3ra. Edición (2008), GPS satellite surveying, Editora Wiley and Sons, New York.
- MANGIATERRA A., NOGUERA G., et al. (1999), Contribuciones a la geodesia en la Argentina de fines del siglo XX, Homenaje a Oscar Parachú, UNR Editora, Rosario.
- MEYER, Th. H. (2010), Introduction to Geometrical and Physical Geodesy, ESRI Press, Redlands.
- PALACIOS CID R., et al. (1999), Geodesia geométrica, física y por satélites, Editorial Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía, Madrid.
- PÉREZ J., BALLELL J. (2000), Transformaciones de coordenadas, Editorial Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía, Madrid.
- SEEBER G., (1993), Satellite Geodesy, Editor Walter de Gruyter, Berlín, New York.
- SEGANTINE, PAULO CESAR, (2005), El Sistema de Posicionamiento Global, 1ra. Edición, Editorial Universidad de San Pablo.
- SIRGAS (2012) Sistema de referencia geocéntrico para las Américas. Documentación y publicaciones en www.sirgas.org
- TEUNISSEN P, KLEUSBERG A., (1998), GPS for Geodesy, Springer, Berlin, New York.
- TORGE W., (2001), Geodesy, Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- TORGE, W/MÜLLER, J (2012), Geodesy, 4th. Edition, Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- VALBUENA DURÁN J. L., NÚÑEZ-GARCÍA DEL POZO A., et al. (1992), GPS, la nueva era de la topografía, Ediciones Ciencias Sociales SA, Madrid.
- ZAKATOV P., (1981), Curso de geodesia superior, Editorial Mir, Moscú.