



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE POSICIONES GEOGRÁFICAS EN EL INEGI.

INFORME ACADÉMICO
POR ACTIVIDAD PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
CAROLINA REYES NOYA



Asesor
Lic. Manuel Salvador Vázquez Díaz

MÉXICO, D.F. 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A tí Papát que siempre con tus sabias palabras me impulsaste a avanzar, creíste en mí, era tu sorpresa, sé que estarías muy orgulloso

A tí Mamá por tu valioso apoyo durante todos los años de estudio, por enseñarme a salir adelante a ser fuerte a no tener miedo a nada, sin tu fuerza y ayuda esto no hubiera sido posible

A mis más grandes tesoros que la vida me ha dado Lalo, Iván y Diego por su amor y palabras de aliento para no darme por vencida

A ustedes queridos hermanos Gustavo, Graciela, Sonia, José Antonio, Edgar por siempre estar ahí en los momentos más difíciles y decirme que siempre se puede salir adelante

Por orden de aparición en mi vida a mis queridos Gaby, Mary y Alfredo sé que de esto harán un festejo y les dará gusto por mí

A mi asesor Maestro Manuel Salvador Vázquez Díaz porque desde el primer momento me brindo toda su ayuda para terminar este proyecto

A mis Sinodales Maestro Reynaldo Mauricio Aceves García, Ing. Marcos Palemón Hernández Sánchez, Lic. Ma. Teresa López Castro y Lic. Ana Elsa Domínguez Ceballos de los que recibí el apoyo de manera incondicional para la revisión del documento

A mis compañeros de INEGI, Alejandro y Javier por la confianza y el apoyo recibido durante estos meses

A tí Esperanza por tu amistad tus palabras siempre atinadas "no te des por vencida tu puedes lograrlo"

ÍNDICE

Introducción.....	2
Objetivos.....	7
1. Marco Institucional.....	8
1.1 Actividades que se desarrollan en el área de Geodesia y Fotogrametría.....	8
1.2 Normatividad vigente.....	11
1.3 Sistema Geodésico Nacional.....	23
1.4 Red Geodésica Nacional Activa (RGNA).....	27
2. Descripción de la experiencia.....	33
2.1 Administración de la Estación TOL2.....	33
2.2 Red Geodésica Horizontal.....	39
2.2.1 Aplicaciones principales.....	40
2.2.2 Actividades que se desarrollan en la Red Horizontal.....	41
1. Medición de estaciones geodésicas con equipo GPS.....	41
2. Procesamiento y ajuste de la información obtenida en campo...	53
3. Sistema de integración de información geodésica (SIIG).....	64
4. Publicación de la información en Mapa Digital de México.....	65
Conclusiones.....	66
Bibliografía.....	68
Anexos.....	69

INTRODUCCIÓN

Para el caso de la Geografía todos los estudios parten del principio de localización y extensión, ya que todo estudio del espacio geográfico se ubica en la superficie terrestre. Para estudiarlo se ha necesitado de coordenadas geográficas las cuales van a ser la estructura geométrica y la base matemática de la cual se sirve la Geografía para aplicar su principio de localización, el cual es ampliamente usado para llevar a cabo trabajos en las áreas de Geografía Física, Política, Económica, etc., donde las redes geodésicas son parte importante y fundamental para la determinación de posiciones cartografiables que son la base para la generación de los productos geográficos del país, por lo tanto, hay que garantizar que en nuestro país contemos con insumos cartográficos confiables y de calidad, dado que a lo largo de los años se ha venido trabajando con métodos muy antiguos. Hace algunos años en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se comenzó a trabajar en la modernización tanto de los procedimientos de trabajo como en las normas que los rigen, integrando así a las Unidades del Estado y los productores privados de información geográfica a realizar sus trabajos dentro de la normatividad del INEGI, para garantizar la referencia de los datos y productos geográficos que se generen.

Para el caso de los trabajos geodésicos que se hacen a nivel nacional, ya sea, los hechos por el INEGI, por las Unidades de Estado, el sector académico o por los productores privados, todo debe estar dentro de las Normas Geodésicas publicadas en el Diario Oficial de la Federación, esto ha sido un tema complicado de tratar ya que existe desconocimiento en materia de temas geodésicos y nuevas tecnologías de medición, aún y cuando se dan capacitaciones y pláticas sobre las normas técnicas para que los usuarios de datos y productores externos al INEGI trabajen de manera estandarizada y puedan integrar la información a sus procesos de producción ha sido difícil, pero se sigue trabajando en la difusión de la información ya que la aplicación de las normas es de carácter obligatorio para todo aquel que trabaje información geodésica.

En el presente informe se describe la experiencia profesional adquirida a través de los años en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), realizando

actividades en el área de Geodesia y Fotogrametría y tienen como principal objetivo la medición vértices señalados con placas que se encuentran ahogadas en monumentos de concreto, empotradas en estructuras arquitectónicas o en roca sana, para determinar mediante el proceso y ajuste de información su ubicación espacial precisa sobre la superficie de la Tierra, llevar a cabo su integración a la base de datos y la publicación en la página web del INEGI.

Por otro lado también se detalla el trabajo como responsable de la estación Toluca 2 (TOL2) perteneciente a la Red Geodésica Nacional Activa, la administración, toma de datos con equipo de posicionamiento GPS, la descarga y transferencia al servidor central donde se tiene disponible la información de manera gratuita al público en general que la requiera.

Justificación

Considerando que las Redes Geodésicas son parte importante y fundamental para la determinación de posiciones precisas sobre la superficie terrestre y que son la base para la generación de los productos cartográficos, se hace necesario garantizar que en nuestro país contemos con insumos cartográficos confiables y de calidad, que además sean comparables y con estándares acordes al ámbito internacional.

Dado que a lo largo de los años, en México, se ha venido trabajando con métodos muy antiguos, que las Redes Geodésicas acusan efectos de distorsión y que la superficie terrestre se mueve, fue necesario actualizar el Marco Geodésico evitando así su obsolescencia, con el propósito de mejorar la consistencia de las redes y minimizar las distorsiones acumuladas en el tiempo.

Hace algunos años el INEGI comenzó a trabajar en la modernización tanto de las metodologías, como en los procedimientos de trabajo y en las normas que los rigen, integrando así a las Unidades del Estado y los productores privados de información geográfica, a realizar sus trabajos dentro de una normatividad general y homogénea, para garantizar la referencia de los datos con coordenadas de mayor precisión y productos geográficos de mayor calidad. Convirtiéndose en el organismo rector, normativo y coordinador del Sistema Geodésico Nacional, de tal forma que se hace necesario que los usuarios y productores de información geográfica conozcan el Sistema Geodésico Nacional, el cual ofrece de manera pública y gratuita, datos y procedimientos dentro del Marco de Referencia Geodésico oficial para el país, que les permitirá garantizar la referencia de los datos y productos geográficos que generen, optimizar recursos y obtener resultados inmediatos y precisos en diversas disciplinas y estudios relacionados con el quehacer geográfico, además satisfacer sus necesidades de información; todo dentro del marco de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG).

Teniendo en cuenta que la dinámica del desarrollo en la tecnología y las nuevas formas de realizar el trabajo, exigen que el conocimiento se actualice y fortalezca, en el presente Informe, se expondrá el avance que el Instituto ha logrado en relación a

la modernización de las actividades y métodos de levantamiento geodésicos horizontales.

Se pretende mostrar a la comunidad geográfica las aplicaciones científicas y tecnológicas que en el área de geografía se han venido desarrollando con la puesta en marcha de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, en lo concerniente a la elaboración de estudios del Territorio Nacional, específicamente lo que se refiere al Sistema Geodésico Nacional que está conformado por el conjunto de especificaciones técnicas propias de la norma y se materializa en el Marco de Referencia Geodésico; formado por las redes Horizontal, Vertical y Gravimétrica.

El informe se enfocará en las actividades de la Red Geodésica Horizontal y de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), esta última integrada por un conjunto de Estaciones Geodésicas que permiten propagar el Marco de Referencia Geodésico Horizontal, apoyando así a los usuarios que elaboran cartografía en sus levantamientos geodésicos, viendo esto como una herramienta geográfica de orden público e interés social.

A través del desarrollo del informe pretendo exponer, además, como el INEGI en su carácter de instancia nacional rectora, normativa y coordinadora de los Servicios Nacionales de Información Estadística y Geográfica, es responsable directo de la información geodésica, siendo mi trabajo participar en la densificación y mantenimiento a la Red Geodésica Nacional, así como también, dar atención específicamente en la estación TOL2 perteneciente a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), información que es ampliamente utilizada por usuarios del sector público y privado, ya que, se establece como norma obligatoria en el Diario Oficial de la Federación su uso para los diferentes levantamientos Geodésicos que se realicen en nuestro país.

Este informe de actividades profesionales, tiene como finalidad dar a conocer la experiencia laboral adquirida a lo largo de varios años de trabajo en el Departamento de Geodesia y Fotogrametría del INEGI.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Describir las actividades que se llevan a cabo para la densificación y mantenimiento de la Red Geodésica Nacional y su empleo como insumo en la producción de información para los trabajos de cartografía, ingeniería e investigaciones que realizan los sectores público y privado, dentro del Marco de Referencia Oficial.
- Describir la experiencia adquirida, durante los años laborados en el Instituto, principalmente como encargada de la Actividad de Estaciones Horizontales y de la Estación Fija TOL2, a fin de que los usuarios conozcan la información que generan estas actividades y de ser necesario la utilicen como herramienta para obtener datos geodésicos de precisión, en el desarrollo de sus actividades.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los conceptos generales relativos al Sistema Geodésico Nacional
- Dar a conocer la normatividad vigente relativa al Sistema Geodésico Nacional.
- Describir las actividades que se realizan en el área de Geodesia y Fotogrametría, de la Dirección Regional Centro Sur, así como los procedimientos y tecnologías aplicados, para obtener posiciones georreferenciadas de objetos naturales y culturales sobre la superficie terrestre.
- Describir las actividades de la Red Geodésica Horizontal, del Departamento de Geodesia y Fotogrametría, de la Dirección Regional Centro-Sur.
- Describir en que consiste la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA).
- Describir cómo se lleva a cabo la administración de la Estación Fija TOL2.

- Describir cómo se lleva a cabo la integración de la información a la Base de Datos.
- Promover entre los diversos sectores público, privado y académico, el uso de la información que genera el INEGI y que conozcan de la gratuidad de los datos.

La información contenida en este informe es recopilada de manuales de actividades, manuales de usuario de equipos y software, cursos, talleres y archivos de la propia institución.

1. MARCO INSTITUCIONAL

1.1 Actividades que se desarrollan en el Departamento de Geodesia y Fotogrametría

Dado que el presente documento tiene por objetivo describir la actividad profesional en la cual me desarrollo, considero importante presentar el organigrama, las actividades, los participantes y las funciones que tengo encomendadas dentro de mi área de trabajo; mismas que están relacionadas con mi intervención en el departamento.

El INEGI fue creado por decreto presidencial el 25 de enero de 1983. En el año de 1995 se desconcentro y estableció la sede en la ciudad de Aguascalientes, estableciendo 10 sedes regionales y 32 Coordinaciones Estatales una por entidad federativa. El 16 de abril del 2008 con la promulgación de la Ley del Sistema Nacional del Información Estadística y Geográfica, el INEGI modifica su personalidad jurídica, adquiriendo autonomía técnica y de gestión.

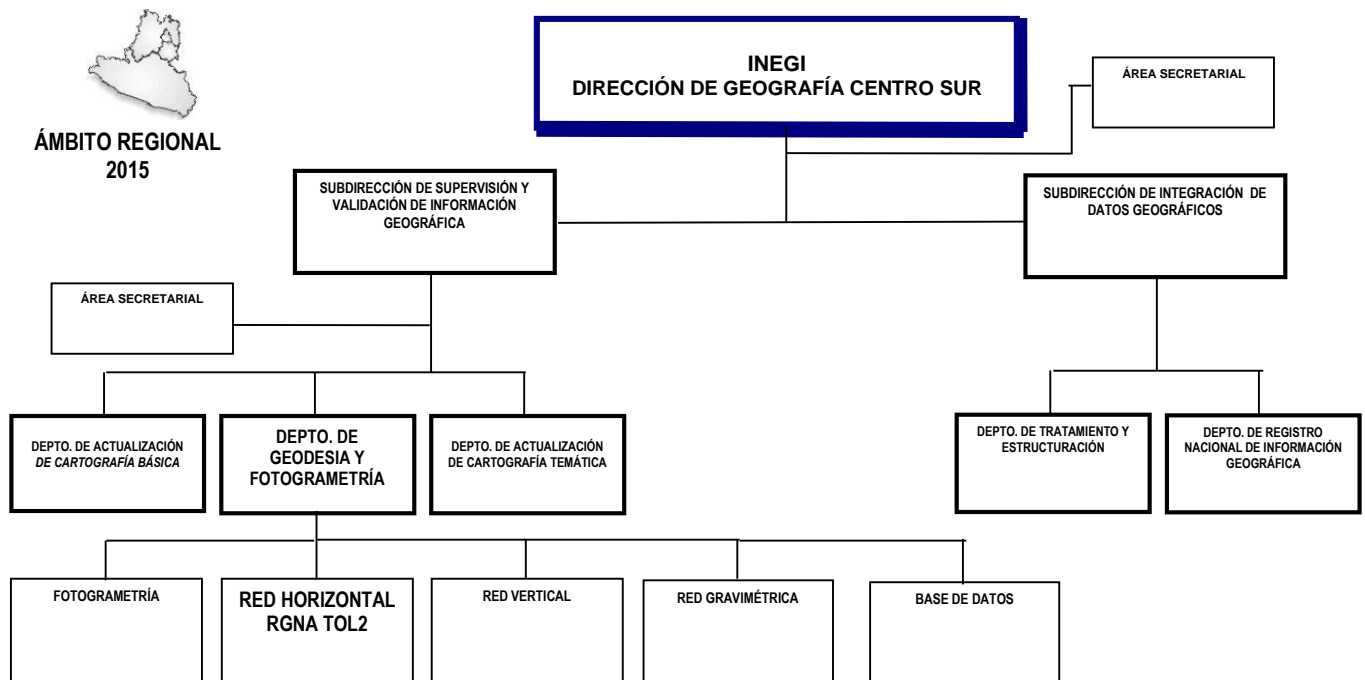
Las diez Direcciones Regionales se encuentran distribuidas a lo largo del territorio nacional de la siguiente manera:

DIRECCIÓN REGIONAL	ENTIDADES FEDERATIVAS QUE LA INTEGRAN
Noroeste	Sonora, Sinaloa, Baja California y baja California Sur
Norte	Durango, Chihuahua y Zacatecas
Noreste	Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila
Centro norte	San Luís Potosí, Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro
Occidente	Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit
Centro sur	Estado de México, Morelos y Guerrero
Oriente	Puebla, Veracruz, Hidalgo y Tlaxcala
Sur	Oaxaca, Chiapas y Tabasco
Sureste	Yucatán, Quintana Roo y Campeche
Centro	Distrito Federal

Las Direcciones Regionales están integradas por un Director Regional, cuatro Coordinaciones Estatales y cuatro Direcciones de Área: La Dirección de Estadística, de Geografía, de Informática, y Administración.

La Dirección de Geografía a la que pertenezco, está físicamente en las oficinas de la Dirección Regional Centro Sur, ubicadas en la ciudad de Toluca de Lerdo en el Estado de México.

Organigrama de ubicación dentro de INEGI



Me ubico dentro del organigrama en la Dirección de Geografía, en el departamento de Geodesia y Fotogrametría, desarrollando trabajos de la Red Horizontal y de la RGNA como encargada de la estación TOL2.

Funciones

- Estandarizar los procedimientos de operación de la Red Geodésica Nacional Activa en el ámbito regional para homologar y mantener su funcionamiento.

- Asegurar la disponibilidad de archivos de las estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa, instaladas en el ámbito regional para garantizar el servicio público a usuarios y la puesta en marcha de nuevas estaciones.
- Asegurar y estandarizar la Integración en la red geodésica los datos generados mediante el uso de tecnologías probadas y la aplicación de la normatividad vigente, para proveer información del ámbito regional que contribuya a la planeación, programación y control de metas de trabajo y uso inteligente de los datos digitales.
- Realizar el inventario y diagnósticos de la información geodésica que se capte por otros sectores y productores, para garantizar la calidad y estandarización de la información que sea integrada al Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

Es de suma importancia comenzar por explicar el significado del término el cual da nombre al departamento de Geodesia y Fotogrametría en el que se desarrollan las actividades.

Concepto de Geodesia

De acuerdo a la definición clásica dada por F. R. Helmert A (1880), Geodesia ($\gamma\eta = \text{tierra}$ $\delta\alpha\lambda\omega = \text{divido}$) es la ciencia de medir y cartografiar la superficie terrestre. Esta definición ha conservado su validez hasta ahora; incluye la determinación del campo de gravedad externo de la Tierra, así como la superficie del fondo del mar.

La Geodesia tiene un doble propósito: como ciencia, la determinación de la forma y dimensiones del globo terrestre y de su campo gravimétrico externo.

Como aplicación práctica, la determinación de la posición geográfica de puntos sobre la superficie terrestre, en apoyo principalmente a la generación de cartografía. Tiene también otras aplicaciones, como exploración de recursos energéticos y mineros, y en cualquier aplicación que requiera ser referenciada geográficamente.

En el departamento de Geodesia y Fotogrametría se llevan a cabo las actividades de levantamientos geodésicos, topográficos, fotogramétricos y proyectos relacionados con información catastral, mediante la elaboración de proyectos de campo, para obtener y proveer insumos a proyectos cartográficos y de georreferenciación particular, mediante la aplicación del marco de referencia geodésico oficial, así como

brindar asesoría y capacitación a usuarios y productores de información geográfica para su integración al Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

Para el caso específico de este trabajo, las actividades que se desarrollan son el establecimiento de estaciones geodésicas horizontales con GPS, el procesamiento de datos geodésicos para su integración al marco geodésico, la operación de la Estaciones TOL2 de la Red Geodésica Nacional Activa instalada en el ámbito regional, conforme a los lineamientos establecidos, para mejorar la cobertura territorial del servicio público de datos geodésicos de alta precisión.

1.2 Normatividad Vigente.

El INEGI tiene por objeto, entre otros, regular el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), para suministrar a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional.

La Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, en su artículo 26, hace referencia al Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente en su componente geográfica, donde se especifica el Marco de Referencia Geodésico como uno de los grupos de datos comprendidos en dicha componente y tiene entre sus funciones, normar y coordinar el Sistema y las Actividades Estadísticas y Geográficas, que lleven a cabo las Unidades del Estado, tomando en cuenta los estándares nacionales e internacionales, así como las mejores prácticas en la materia.

Así por el Acuerdo No. 12a/XVI/ 2010, aprobado por la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), celebrada el 9 de diciembre de dos mil diez se da a conocer la **“La Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional”** (SGN).

La Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional tiene por objeto principal, establecer las disposiciones mínimas que definen el Sistema Geodésico Nacional, a partir de las cuales es posible integrar el Marco de Referencia Geodésico, a fin de establecer las condiciones necesarias para que el Marco sea homogéneo, compatible y comparable; tomando en cuenta las mejores prácticas internacionales.

La norma del SGN, establece las especificaciones que permitirán a los usuarios de datos e información geográfica que el acervo puesto a su disposición por los productores o Unidades del Estado, sea integrado con facilidad en sus procesos de producción y en los de toma de decisiones; así mismo, se busca que las Unidades del Estado, al generar e intercambiar datos e información geográfica, muestren consistencia, compatibilidad y comparación en sus procesos, como resultado de la estandarización en la comunicación dentro del Sistema.

Su ámbito de aplicación es de cumplimiento obligatorio para el Instituto y para las Unidades del Estado que intervengan o participen en los Levantamientos Geodésicos que integran el Marco de Referencia Geodésico, realizados por sí mismas o por terceros cuando éstas últimas les encomienden dicha actividad.

Dentro de las disposiciones generales de las normas se mencionan algunas de las definiciones de términos que es importante conocer para el desarrollo de las actividades que se realizan.

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/normastecnicas/default.aspx>

Achatamiento.- la relación de la diferencia entre el Semieje Mayor (a) y el Semieje Menor (b) de un Elipsoide, con respecto al Semieje Mayor;

Altura.- la distancia de un punto, entre una superficie de referencia, medida a lo largo de la dirección perpendicular a dicha superficie y el punto;

Altura geodésica (h) o altura elipsoidal.- la distancia entre un punto y el Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto. Tal distancia siempre será positiva hacia arriba del Elipsoide;

Altura Geoidal (N).- la distancia vertical entre el Geoide y el Elipsoide;

Altura Ortométrica (H).- la distancia de un punto, desde la superficie del Geoide, a lo largo de la dirección del Vector de Gravedad, hasta el punto;

Coordenadas.- el conjunto de n números que designan la posición de un punto en un espacio n-dimensional;

Coordenadas geodésicas.- las coordenadas definidas en un sistema de referencia geodésico;

Datum.- para alturas, la superficie de referencia a partir de la cual se miden las alturas;

Dextrógiro (sistema).- llamado también sistema de mano derecha para la orientación de ejes coordenados tridimensionales;

Elipsoide.- el sólido geométrico generado por la rotación de una elipse alrededor de uno de sus ejes;

Elipsoide de referencia.- el elipsoide empleado geoméricamente como la mejor aproximación local o global de la forma de la Tierra;

Vértice geodésico, punto o estación geodésica.- cualquier ubicación para la cual se han determinado o se determinarán sus coordenadas;

Estándar de exactitud posicional.- las especificaciones de los Órdenes de Exactitud Posicional tanto horizontal como vertical;

Geoide.- la superficie equipotencial del campo de gravedad que se ajusta mejor al nivel medio del mar, ya sea local o globalmente;

Georreferenciación.- el conjunto de actividades u operaciones, destinadas a establecer la ubicación de puntos, conjuntos de puntos o de información geográfica en general, con relación a un determinado sistema de referencia terrestre;

Latitud geodésica o latitud.- el ángulo que la normal al Elipsoide en un punto cualquiera forma con el plano del Ecuador, positivo si está dirigido hacia el Norte;

Levantamiento geodésico.- el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete, destinado a determinar las coordenadas geodésicas de puntos sobre el terreno considerando la curvatura de la Tierra, elegidos y demarcados con respecto al Sistema de Referencia en uso;

Longitud geodésica o longitud.- el ángulo diedro comprendido entre el meridiano de referencia terrestre y el plano del meridiano que contiene el punto, positivo si está dirigido hacia el Este;

Meridiano.- cualquier sección elipsoidal, que contiene el Semieje Menor del Elipsoide;

Meridiano de Greenwich o Meridiano de Referencia.- el meridiano terrestre a partir del cual se miden las longitudes geodésicas o geográficas;

Metadatos.- los datos estructurados que describen las características de contenido, calidad, condición, acceso y distribución de la información estadística o geográfica;

Nivel medio del mar.- el nivel promedio de la superficie del mar sobre todas las etapas de la marea;

Normal al elipsoide.- la línea perpendicular a la superficie elipsoidal en cualquier lugar;

Número geopotencial.- la denominación aplicada a la diferencia de potencial, existente entre la superficie equipotencial correspondiente a un punto y la del Geoide;

Posición geodésica.- el conjunto de Coordenadas Geodésicas, que definen de manera unívoca la ubicación de un punto con respecto a un sistema geodésico terrestre;

Red Geodésica Nacional.- la compuesta por estaciones geodésicas, horizontales, verticales y gravimétricas distribuidas de forma homogénea en el territorio nacional;

Semieje mayor (a).- la mitad del eje mayor de un Elipsoide de referencia;

Semieje menor (b).- la mitad del eje menor de un Elipsoide de referencia;

Sistema de coordenadas.- el conjunto de reglas matemáticas, para especificar cómo deben definirse las coordenadas de puntos;

Superficie equipotencial.- la Superficie de potencial constante. Denominada también superficie de nivel;

Transformación de coordenadas.- el proceso de convertir una posición dada de un punto o conjunto de puntos, en un sistema de referencia por Coordenadas a la correspondiente posición, en otro sistema de referencia por Coordenadas;

Vector.- cualquier línea que tiene un origen y un destino, una orientación y una determinada magnitud.

Algunos *acrónimos* importantes de conocer son:

AIG: Asociación Internacional de Geodesia;

BIH: Bureau Internationale de l'Heure (Oficina Internacional de la Hora);

DMA: Defense Mapping Agency (Agencia Cartográfica de Defensa);

GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite);

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global);

GRS80: Geodetic Reference System of 1980 (Sistema Geodésico de Referencia de 1980);

IGSN71: International Gravity Standardization Net of 1971 (Red Internacional de Estandarización de la Gravedad de 1971);

ITRF: International Terrestrial Reference Frame (Marco de Referencia Terrestre Internacional);

ITRF08: International Terrestrial Reference Frame of 2008 (Marco de Referencia Terrestre Internacional del 2008);

ITRF92: International Terrestrial Reference Frame of 1992 (Marco de Referencia Terrestre Internacional de 1992);

ITRS: International Terrestrial Reference System (Sistema de Referencia Terrestre Internacional);

NAVSTAR: Navigation System Time and Ranging (Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia);

NGA: National Geospatial Intelligence Agency (Agencia Nacional Geoespacial y de Inteligencia);

NGS: National Geodetic Survey (Oficina Nacional de Levantamientos Geodésicos);

RGNA: Red Geodésica Nacional Activa;

RGNP: Red Geodésica Nacional Pasiva;

SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, y

WGS84: World Geodetic System of 1984 (Sistema Geodésico Mundial de 1984).

El Marco de Referencia Geodésico Nacional en sus tres vertientes incluye:

I. La Red Geodésica Horizontal, integrada por:

- a) La Red Geodésica Nacional Activa, y
- b) La Red Geodésica Nacional Pasiva

II. La Red Geodésica Vertical, integrada por:

- a) La Red Vertical, y
- b) La Red Mareográfica.

III. La Red Geodésica Gravimétrica.

Para este caso solo nos enfocaremos a la Red Geodésica Horizontal, cuyas especificaciones técnicas principales son las de los artículos siguientes:

Artículo 7.- Se adoptan para el Sistema Geodésico Nacional, las especificaciones conceptualizadas por la AIG, definido por los parámetros del GRS80.

Artículo 8.- La posición horizontal de una Estación Geodésica (Figura 1), se representa por la Latitud Geodésica (ϕ), por la Longitud Geodésica (λ); en el caso de los levantamientos tridimensionales, se podrá considerar la Altura Geodésica (h).

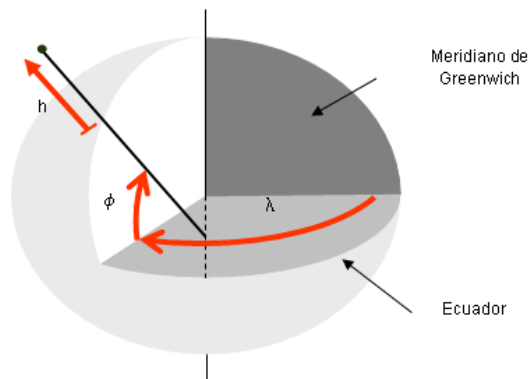


Figura 1. Coordenadas Geodésicas Curvilíneas

Artículo 9.- Se establece como sistema de referencia terrestre el ITRS, donde el origen es el centro de masa de la totalidad de la Tierra, incluyendo los océanos y la atmósfera; la unidad de longitud es el metro definido por el Sistema Internacional de Unidades, en un marco terrestre local, acorde con la teoría relativista de la gravitación; la orientación de los ejes coordenados es consistente con el sistema BIH para la época 1984.0, dentro de 3 milisegundos de arco; la evolución en el tiempo, con relación a la orientación, es tal que no existe rotación residual relativa con respecto a la corteza terrestre; el eje x pasa por la intersección del meridiano de referencia con el Ecuador; el eje y se escoge de tal forma que se tenga un sistema Dextrógiro; el eje z del sistema pasa por el Polo de Referencia Internacional (Figura 2).

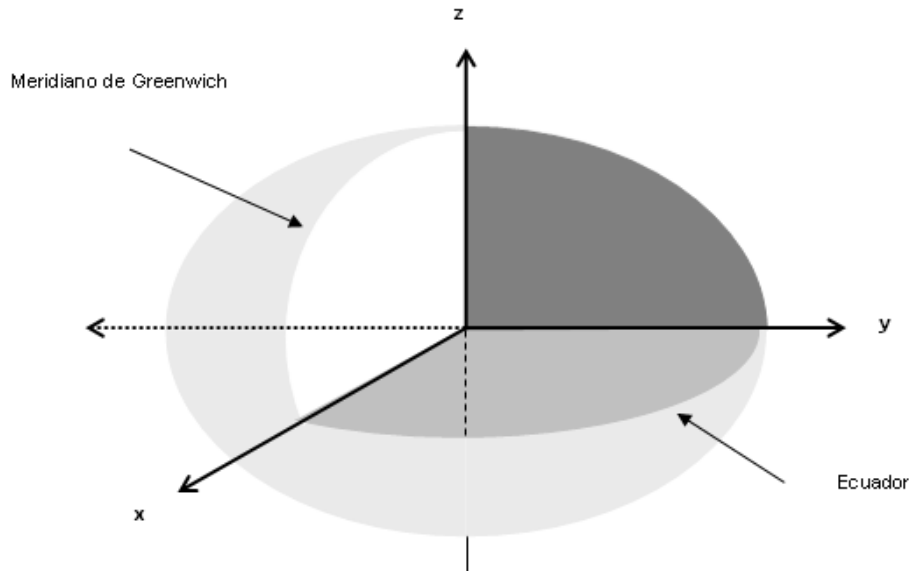


Figura 2. Coordenadas Cartesianas Tridimensionales

Artículo 10.- Toda Estación Geodésica perteneciente a un levantamiento geodésico horizontal, deberá estar referida al Marco de Referencia Terrestre Internacional definido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre y de Sistemas de Referencia para el año 2008, con datos de la época 2010.0, denominado ITRF08 época 2010.0, asociado al elipsoide de referencia definido en el GRS80. Este es el Marco de Referencia oficial para los Estados Unidos Mexicanos.

Desde el punto de vista cartográfico, el Sistema Geodésico Horizontal definido en esta Norma es compatible con el WGS84, así como SIRGAS, por lo que sólo en aquellos casos en que un proyecto tenga como requerimiento mejor exactitud posicional se deberá realizar la transformación de coordenadas de WGS-84 o SIRGAS al ITRF08 época 2010.0.

Artículo 11.- La RGNA deberá estar integrada por un conjunto de Estaciones Geodésicas que permitan propagar el Marco de Referencia Geodésico Horizontal, apoyando a los usuarios en sus levantamientos geodésicos, y constituyendo la base para el desarrollo de la RGNP.

Las Estaciones Geodésicas de la RGNA deberán encontrarse dentro del estándar de exactitud posicional de 5 centímetros, y registrar a intervalos de 15 segundos, durante las 24 horas del día, los datos de las frecuencias transmitidas por satélites del GNSS.

Artículo 12.- La RGNP deberá constituirse por Estaciones Geodésicas distribuidas a lo largo de los Estados Unidos Mexicanos que se establecerán sobre el terreno, mediante mojoneras, monumentos o partes de estructuras sólidas, con una placa metálica empotrada, que identifica ubicación precisa. La materialización de Estaciones Geodésicas para las operaciones de densificación de la RGNP, deberán cumplir con lo siguiente:

I. Las coordenadas que definen la posición de cada Estación Geodésica, deberán generarse a partir de levantamientos geodésicos, que emplean el GNSS y se encuentran vinculados a la RGNA, la cual, los dota de valores de posición referidos al ITRF08 época 2010.0;

II. Los levantamientos que se hagan para la densificación de la RGNP, deberán estar vinculados a la RGNA en ITRF08 época 2010.0

Artículo 13.- Para las aplicaciones y estudios que requieran la conversión entre coordenadas geodésicas de latitud, longitud y altura geodésica (Figura 1) a coordenadas cartesianas tridimensionales (x, y, z) (Figura 2) y viceversa, ésta, se debe hacer con las fórmulas cerradas indicadas en la Tabla 2, empleando los parámetros correspondientes del GRS80.

Geodésicas a Cartesianas	Cartesianas a Geodésicas
$X = (v + h) \cos \phi \cos \lambda$ $Y = (v + h) \cos \phi \operatorname{sen} \lambda$ $Z = ((1 - e^2)v + h) \operatorname{sen} \phi$ <p>En donde:</p> $v = \frac{a}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \phi)^{3/2}}$ $e^2 = 2f - f^2$ $h \cong N + H$	$\lambda = \tan^{-1} \frac{Y}{X}$ $\phi = \tan^{-1} \frac{(Z + e^2 a \operatorname{sen}^3 u) / (1 - f)}{(p - e^2 \operatorname{sen}^3 u)}$ $h = p \cos \phi + Z \operatorname{sen} \phi - a(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \phi)^{3/2}$ <p>En donde:</p> $p = (X^2 + Y^2)^{1/2}$ $u = \tan^{-1} \frac{Z(1 - f)}{p} \left[1 + \frac{e^2 a}{r(1 - f)} \right]$ $r = (p^2 + Z^2)^{1/2}$

Tabla 1. Fórmulas para conversión de coordenadas.

Artículo 14.- Para la transformación entre Sistemas de Referencia, los usuarios que lo requieran en sus aplicaciones, estudios e investigaciones, la transformación de

coordenadas geodésicas ITRF92 época 1988.0 a ITRF08 época 2010.0 y viceversa, deberá realizarse mediante el uso de un programa de cómputo o modelo desarrollado por el Instituto, los cuales pueden consultarse en el sitio del mismo en Internet.

Los artículos Transitorios de la SGN son los siguientes:

PRIMERO.- La Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Las Unidades del Estado deberán adoptar el marco de referencia geodésico en su vertiente horizontal y gravimétrica con las disposiciones de la presente Norma en un plazo no mayor a un año y en su vertiente vertical en un plazo no mayor a 5 años, a partir de la entrada en vigor de la misma.

TERCERO.- Quedan sin efecto las disposiciones relativas al Sistema Geodésico Nacional, contenidas en las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, publicadas el 1 de abril de 1985, así como las referidas en el Acuerdo que las reforma y adiciona, publicado el 27 de abril de 1998, que contravengan lo dispuesto en la presente Norma Técnica.

Otra de las normas importantes que se manejan para el desarrollo de las actividades es:

“La Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional”, publicada en el DOF el 23 de diciembre de 2010; tiene como objetivo difundir y capacitar a los usuarios sobre su contenido para su comprensión y correcta aplicación.

En primera instancia, esta actividad va dirigida al personal del INEGI para que a su vez apoye en las labores de capacitación a las Unidades del Estado, Gobiernos Estatales y Municipales que realicen levantamientos geodésicos.

Artículo 1. La presente Norma Técnica tiene por objeto establecer las disposiciones mínimas referentes a los estándares de exactitud posicional que deberán adoptarse para todo trabajo de levantamiento de posicionamiento de rasgos ubicados sobre la superficie de la Tierra dentro del Territorio Nacional...”

Artículo 3. La presente Norma Técnica es de observancia obligatoria para el Instituto y para las Unidades de Estado que realizan levantamientos por sí mismas o por terceros cuando éstas últimas les encomienden dicha actividad.

Artículo 6.- El estadístico empleado para representar la exactitud de posicionamiento horizontal de un punto en el intervalo de confianza del 95% se expresa mediante la siguiente relación:

$$CEP95 = 1.2238 (\varphi + \lambda).$$

En donde:

φ = desviación estándar de la latitud, en metros y

λ = desviación estándar de la longitud, en metros. (Ejemplo anexo 5)

Artículo 7.- El estadístico empleado para representar la EPV de una altura en el intervalo de confianza del 95% se obtiene multiplicando la desviación estándar de la Altura Geodésica u Ortométrica por un factor de expansión de 1.9600:

$$EPV = 1.9600. \text{ (Ejemplo anexo 5)}$$

Artículo 8.- Se refiere a la clasificación de los trabajos de posicionamiento horizontal dentro de un orden de exactitud, dependiendo de las necesidades del proyecto. (Tabla 2).

Ordenes de Exactitud	Rango
1 centímetro	Hasta 0.010 metros
2 centímetros	De 1.011 a 0.020 metros
5 centímetros	De 0.021 a 0.050 metros
1 decímetro	De 0.051 a 0.100 metros
2 decímetros	De 0.101 a 0.200 metros
5 decímetros	De 0.201 a 0.500 metros
1 metro	De 0.501 a 1.000 metros
2 metros	De 1.001 a 2.000 metros
5 metros	De 2.001 a 5.000 metros
10 metros	De 5.001 a 10.000 metros
20 metros	De 10.001 a 20.000 metros

50 metros	De 20.001 a 50.000 metros
100 metros	De 50.001 a 100.000 metros
200 metros	De 100.001 a 200.000 metros
500 metros	De 200.001 a 500.000 metros

Tabla 2. Ordenes de Exactitud Posicional Horizontal

Artículo 9. El orden de exactitud posicional horizontal para la Red Geodésica Nacional deberá observar las especificaciones siguientes:

- **Orden de 5 centímetros.** Deberá aplicarse a los trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia nacional fundamental RGNA, así como, a cualquier levantamiento geodésico que requiera una exactitud posicional en este orden;
- **Orden de 1 decímetro.** Se destinará a levantamientos geodésicos de densificación del sistema de referencia geodésico nacional básico, así como a cualquier levantamiento geodésico que requiera una exactitud posicional en este orden. Los trabajos que se hagan dentro de este orden podrán incorporarse a la RGNP.
- Podrán incorporarse a la RGNP estaciones geodésicas que cuenten con un orden de 2 a 5 decímetros, dependiendo de las necesidades de exactitud del proyecto y del Servicio Público de Información.
- Las estaciones geodésicas deberán incorporarse a la RGNP cuando cumplan las especificaciones de la norma técnica del Sistema Geodésico Nacional (artículo 12 de esa norma), podrán estar en alguno de los tres órdenes: 1, 2 o 5 dm y deberán identificarse con su orden de exactitud correspondiente.

Transitorios

PRIMERO.- La Norma Técnica entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el DOF.

SEGUNDO.- Las Unidades de Estado deberán adoptar los estándares de exactitud posicional con las disposiciones de la presente Norma en un plazo no mayor a un año, a partir de la entrada en vigor de la misma.

TERCERO.- Quedan sin efecto todas aquellas disposiciones relativas al Sistema Geodésico Nacional y las correspondientes especificaciones contenidas en las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, publicadas el 1 de abril de 1985, el Acuerdo que las reforma y adiciona, del 27 de abril de 1998, en el DOF y cualquier otra disposición que contravengan lo dispuesto en la presente Norma Técnica.

CUARTO.- Para la interpretación correcta de este documento, en la tabla 3 se señala las equivalencias de los órdenes de exactitud posicional de la presente Norma Técnica en comparación con los órdenes de precisión establecidos en los años de 1985 y 1998.

Ordenes de Exactitud (2005)	Ordenes de Precisión (1985 y 1998)
1 centímetro	Sin equivalencia
2 centímetros	AA
5 centímetros	A
1 decímetro	B
2 decímetros	1er. Orden
5 decímetros	2º. Orden, Clase uno
1 metro	2º. Orden, Clase dos
2 metros	3er. Orden Clase uno
5 metros	3er. Orden, Clase dos
10 metros	Sin equivalencia
20 metros	Sin equivalencia
50 metros	Sin equivalencia
100 metros	Sin equivalencia
200 metros	Sin equivalencia
500 metros	Sin equivalencia

Tabla 3. Equivalencia entre Ordenes de Exactitud y Precisión

1.3 SISTEMA GEODÉSICO NACIONAL.

El Sistema Geodésico Nacional lo conforma el conjunto de Especificaciones Técnicas de la Norma, está formado por la Red Geodésica Nacional, que es el conjunto de puntos situados sobre el terreno, establecidos físicamente mediante monumentos o marcas físicas, sobre los cuales se han hecho medidas directas y de apoyo de parámetros físicos, que permiten su interconexión y la determinación de su posición y altura, o del campo gravimétrico asociado, con relación al sistema de referencia considerado, en el tiempo.

La materialización del sistema se denomina Marco de Referencia Geodésico y en sus tres vertientes incluye, a la Red Geodésica Horizontal, la Red Geodésica Vertical y la Red Geodésica Gravimétrica.

Red Geodésica Horizontal.- Consiste en establecer un sistema de control horizontal bajo estándares de exactitud posicional para diversas aplicaciones, está compuesta por un conjunto de estaciones geodésicas horizontales, representados por placas metálicas, alojadas sobre monumentos o empotradas sobre rocas u obras de infraestructura (figura 3), mediante la aplicación del Sistema de Posicionamiento Global (figura 4) a través de la Constelación NAVSTAR.

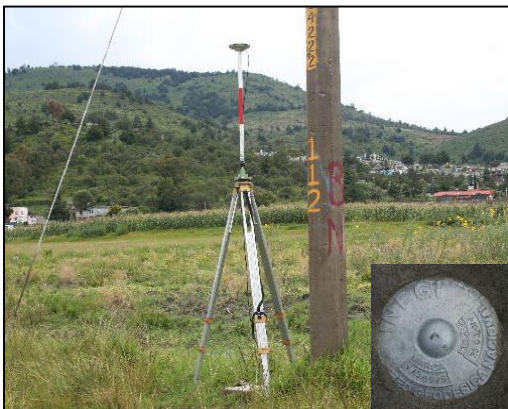


Figura 3. Placa de monumento



Figura 4. Medición con GPS

Red Geodésica Vertical.- La RGV es el conjunto de bancos de nivel (figura 5) de distribución nacional, previamente establecidos y representados por placas

metálicas, de aluminio en el mayor de los casos, alojadas sobre monumentos (mojoneras) o empotradas en rocas u obras de infraestructura, con una separación de entre uno y dos kilómetros, e integrados en líneas de nivelación que generalmente están proyectadas por vías de comunicación y que durante su establecimiento, la permanencia y estabilidad son factores de gran importancia. Entre cada BN se realizan levantamientos de precisión es decir la nivelación geodésica para determinar su altura con respecto a la superficie de referencia denominada dátum, siendo esta superficie el nivel medio del mar (figura 6).



Figura 5. Banco de Nivel



Figura 6. Medición de Banco de Nivel

Red Geodésica Gravimétrica.- Medidas relativas de la gravedad terrestre con instrumental electrónico, en sitios requeridos por la densidad de cobertura o sobre vértices GPS o bancos de nivel (figura 7).

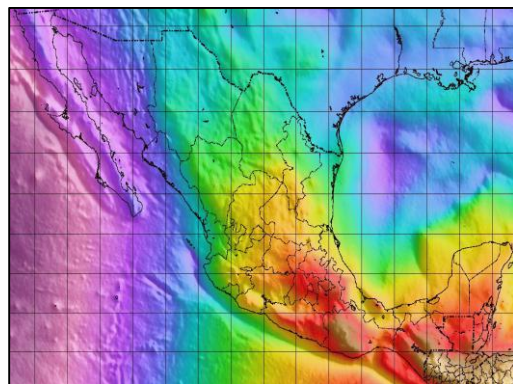
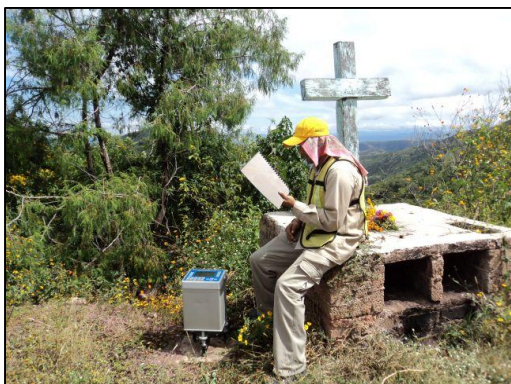


Figura 7. Medición de estaciones gravimétricas.

En este trabajo nos enfocaremos a la Red Geodésica Horizontal, la cual está formada por la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP) y la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA).

La RGNP está constituida por estaciones geodésicas distribuidas a lo largo del territorio nacional, que se establecerán sobre el terreno, mediante:

1. Placa ahogada en monumento de concreto (figura 8).
2. Placa empotrada en obra de concreto o estructura arquitectónica (figura 9).
3. Placa metálica empotrada en roca sana (figura 10).

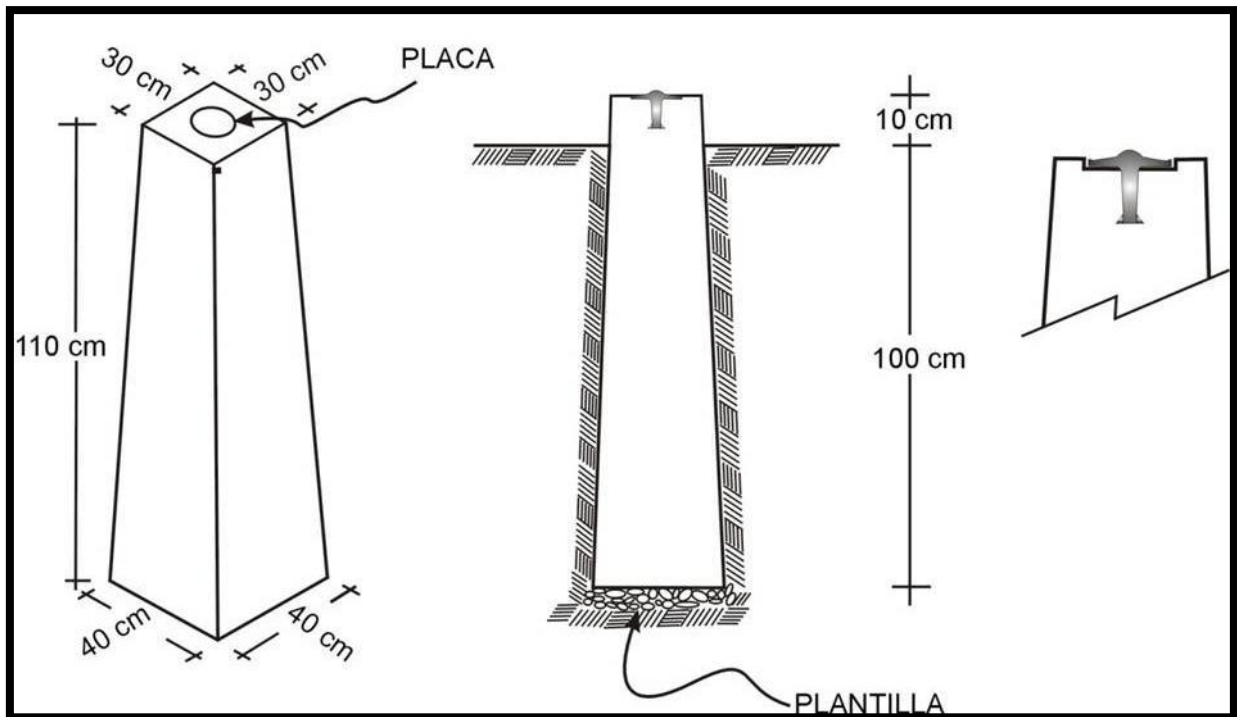


Figura 8. Placa ahogada en monumento de concreto.

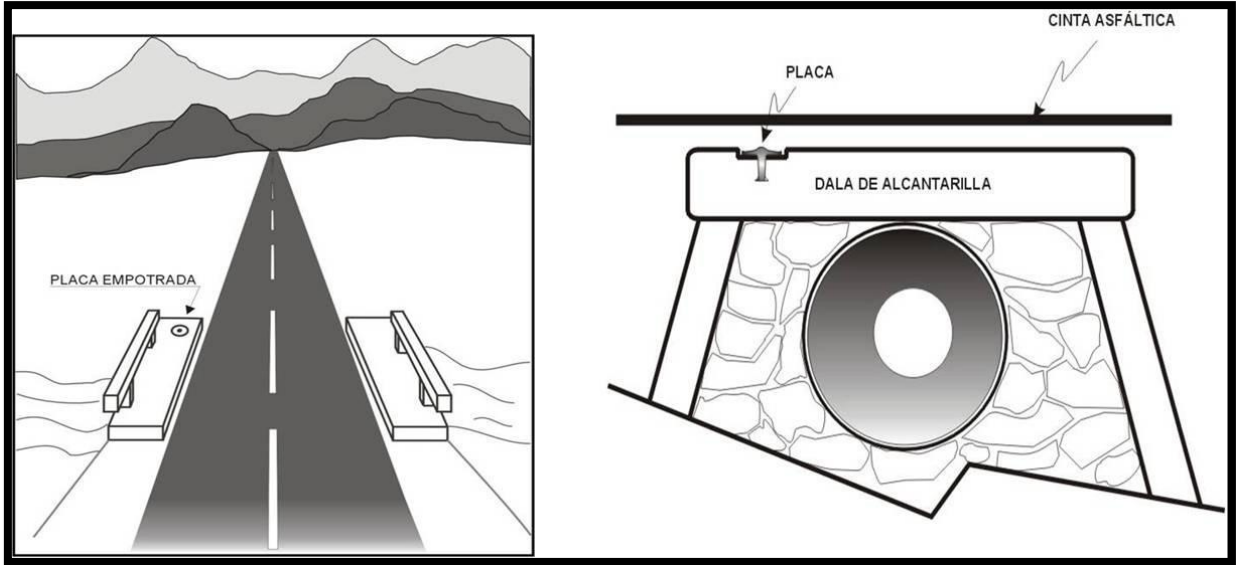


Figura 9. Placa en obra de concreto.

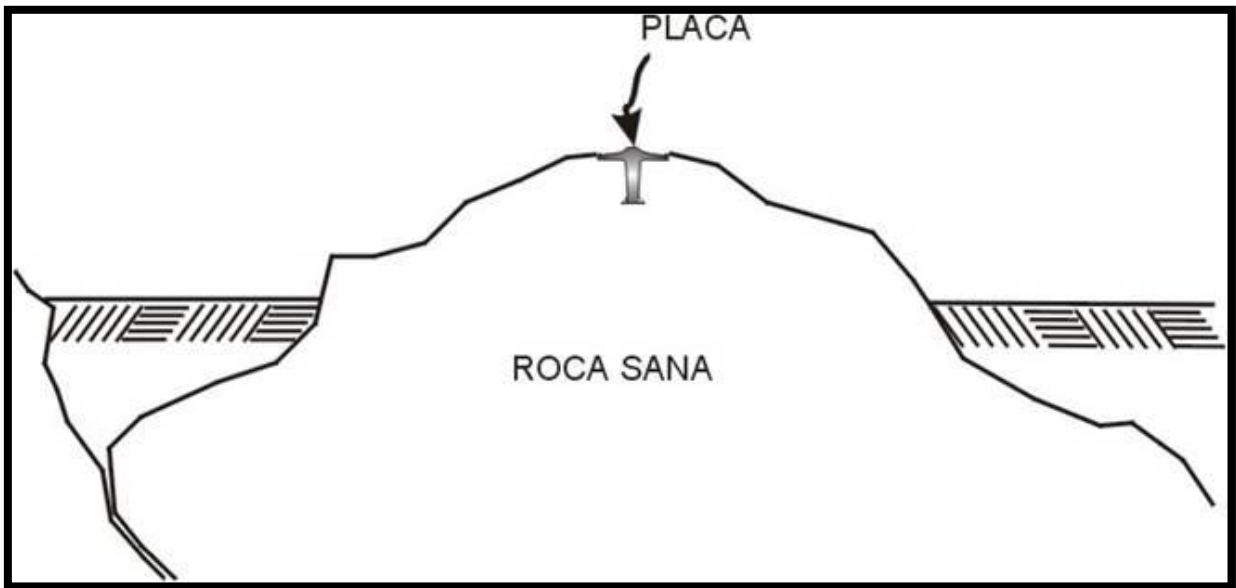


Figura 9. Placa empotrada en roca sana.

1.4 RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA (RGNA).

Definición: Es el conjunto de estaciones de monitoreo continuo de datos GPS ubicadas en sitios con coordenadas conocidas en el sistema ITRF-08 época 2010.0, las cuales para su operación utilizan receptores GPS dentro del territorio Nacional (figura10).



Figura 10. Mapa de la RGNA

Origen.

La RGNA fue concebida e implementada por las siguientes razones:

- Necesidad de establecer un marco de referencia compatible en precisión con las modernas tecnologías de posicionamiento, particularmente el GPS
- Adoptar un marco de mayor exactitud posicional y consistencia que el ofrecido por el NAD27

- Responder a los requerimientos de referenciación geográfica que demandaron programas de relevancia nacional tales como el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE)
- Apoyar el Programa de Modernización de la Actividad Geográfica del INEGI, con tecnología digital, con el empleo intensivo del GPS para los trabajos de campo en diferentes proyectos específicos y de apoyo a otras instituciones.
- La demanda creciente de cartografía de mayor precisión; el auge de los sistemas de información geográfica en México; las necesidades de apoyo a la investigación de orden geográfico; la referenciación con GPS aerotransportado de las fotografías aéreas, etc.; en un sistema de referencia geodésico preciso y consistente.

Aplicaciones.

En términos generales, la RGNA brinda el marco geodésico en apoyo a los siguientes trabajos:

- Levantamientos geodésicos efectuados por las diferentes dependencias de la federación, gobiernos estatales y municipales para el estudio y definición de sus límites político-administrativos.
- Establecimiento y densificación de la Red Geodésica Horizontal para el control de las obras de ingeniería e infraestructura que se realicen en diferentes regiones del país.
- Apoyo terrestre necesario para trabajos fotogramétricos.
- Acercamiento de líneas de control o base necesarias para la actualización de cartografía urbana y catastral mediante métodos de levantamiento directos, tanto tradicionales como del GPS.
- Determinación de la posición geodésica de monumentos internacionales que definen las fronteras de México con los países vecinos.

- Delimitación de la zona económica exclusiva, mar patrimonial y espacios marítimos del país de conformidad con la convención de las Naciones Unidas y el Derecho Internacional.
- Control y ubicación del territorio insular mexicano.
- Estudios de tectónica y riesgos para el reordenamiento territorial y protección civil.
- Investigación y monitoreo de fenómenos geodinámicos y geofísicos (subsistencia, fallas, etc.).

Características.

La RGNA está integrada por un conjunto de Estaciones Geodésicas que permitan propagar el Marco de Referencia Geodésico Horizontal, apoyando a los usuarios en sus levantamientos geodésicos, y constituyendo la base para el desarrollo de la RGNP.

Las estaciones de la RGNA cuentan con coordenadas de la más alta exactitud posicional en el país y registran continuamente los datos de la constelación de satélites del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), permitiendo a los usuarios obtener su posición diferenciada con respecto a la posición de las estaciones (figura 11).

Actualmente a la RGNA la conforman 26 estaciones permanentes, de las cuales 13 son controladas por el INEGI en instalaciones del instituto, 10 operadas por el INEGI en instalaciones fuera del instituto vía comodato o convenio y 3 operadas por agencias cooperativas.



Calendario GPS 2014

COORDENADAS GEODÉSICAS DE LAS ESTACIONES DE LA RGNA (ITRF2008, ÉPOCA 2010.0)

Nombre de la Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altura Geodésica (m)	Altura vertical de la Antena (m)	Receptor	Antena según fabricante	Antena según National Geodetic Survey
CHET	18 29 42.99641	88 17 57.20961	2.955	0.143	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
CHI3	28 39 43.89326	106 05 12.26387	1413.187	0.234	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
COL2	19 14 39.99474	103 42 06.78208	528.784	0.160	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
CULC	24 47 42.30742	107 24 45.34764	36.138	0.146	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
HER2	29 05 33.16844	110 58 01.97610	186.949	0.230	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
ICAM	19 51 12.44688	90 31 38.90207	2.587	0.136	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
ICEP	19 01 58.88475	98 11 15.35143	2150.327	0.214	Z-Xtreme	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D
IDGO	24 04 02.83116	104 36 25.48267	1863.116	0.199	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D
IITJ	20 41 04.21961	103 26 45.74239	1656.986	0.102	4400	Permanent L1/L2	TRM 23903.00
IMIE	31 51 42.69707	116 36 58.81264	-22.222	0.137	Net R9	Zephyr GNSS Geodetic II	TRM 55971.00
IMIP	31 44 41.75718	106 26 45.12587	1113.428	0.299	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
INEG	21 51 22.15280	102 17 03.13231	1887.823	0.180	5700	Choke Ring	TRM 29659.00
IPAZ	24 08 42.97974	110 19 50.67946	-14.835	0.156	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
ITUX	16 44 57.93358	93 07 18.34465	551.777	0.143	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
IZAC	22 46 41.31955	102 36 45.80515	2427.673	0.172	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D
MERI	20 58 48.16346	89 37 13.14324	7.863	0.135	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
MEXI**	32 37 58.77103	115 28 32.53523	-22.427	0.137	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
MTY2	25 42 55.82372	100 18 46.46275	521.741	0.139	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
OAX2	17 04 42.02383	96 43 00.26225	1607.262	0.185	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
TAMP	22 16 41.95540	97 51 50.49882	21.050	0.148	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
TOL2	19 17 35.64347	99 38 36.50048	2651.730	0.148	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
UGTO	21 00 09.75456	101 16 17.99246	2062.282	0.121	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00
UQRO	20 35 28.09773	100 24 45.69377	1817.973	0.177	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D
USLP	22 08 39.23888	101 00 56.40743	1892.858	0.195	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D
UVER	19 09 55.68003	96 06 51.67505	3.212	0.181	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D
VIL2	17 59 25.47838	92 55 51.95484	27.744	0.124	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249.00

Actualización: 7 de enero de 2014.

** Ver el apartado "Recomendaciones de uso de la coordenada MEXI en ITRF2008, época 2010.0" de este documento.

Figura 11. Calendario 2014 GPS de la RGNA

En las figuras 12 y 13 se muestra el equipamiento con que cuenta cada una de las estaciones de la RGNA.

1. Monumento de concreto
2. Equipo GPS doble banda.
3. Software de descarga y transferencia de datos.
4. PC para descarga y transferencia de datos.
5. Oficina cerrada para que el equipo no pueda ser apagado.



Figura 12. Monumento de la RGNA



Figura 13. Equipo de estación de la RGNA

Los archivos que se obtienen en cada una de las estaciones deben tener las siguientes características:

- Formato RINEX versión 2.0
- Contener un archivo de observaciones y uno de efemérides.
- Se encuentran empacados en formato ZIP.
- Bloques de observaciones de una hora.
- Se depositan de manera automatizada cada hora en el servidor central.

Así mismo la información que se registra en el archivo RINEX es:

- Nombre de la estación.
- Tipo de receptor.

- Tipo de antena.
- Altura de antena.
- Tipos de observables.
- Tiempo de inicio y de término de la observación.

A partir del 23 de Junio de 2004, las observaciones GPS de las estaciones de la RGNA se encuentran disponibles gratuitamente entrando al servidor a través del sitio de la página de internet del INEGI, durante un periodo de 90 días.

Datos anteriores se consideran extemporáneos, y se solicitan en el Centro de Información y Ventas más cercano.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La actividad se lleva a cabo dentro del departamento de Geodesia y Fotogrametría, perteneciente a la Subdirección de Supervisión y Validación de Información Geográfica de la Dirección de Geografía, todo esto dentro de la dirección Regional Centro Sur del INEGI; la cual se ubica geográficamente en la cd. de Toluca, Estado de México. El departamento está conformado por un jefe de departamento y tres coordinadores de la actividad, quienes de manera conjunta realizan los trabajos con el personal de campo y gabinete para la obtención de resultados.

En este organigrama me ubique hace 17 años como responsable del manejo de la estación TOL2 y de las actividades de estaciones horizontales ya que se requería de personal con experiencia en el manejo de equipo GPS, así como también de conocimientos en procesamiento y ajuste de información GPS; formación que adquirí primero durante los años de estudio en la licenciatura de Geografía ya que tome como materias optativas la rama de conocimiento del área de Cartografía y segundo porque mis primeros trabajos fueron siempre desarrollados en la misma área de conocimiento la Cartografía y la Geodesia.

Las actividades que desarrollo deben ser apegadas de manera estricta a la normatividad vigente en el Instituto.

A continuación describo las actividades en las cuales estoy inmersa, la Red Geodésica Horizontal y la atención de la estación TOL2, perteneciente a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA).

2.1 ADMINISTRACIÓN DE LA ESTACIÓN TOL2

Debido a que mi trabajo lo desarrollo en la Dirección Regional Centro-Sur ubicada en el Estado de México, específicamente en la cd. de Toluca, voy a exponer de manera particular las actividades relacionadas a la atención de la estación TOL2, perteneciente a la Red Geodésica Nacional Activa.

Las actividades que se llevan a cabo en la estación TOL2 durante una sesión de trabajo comprenden lo siguiente:

Los archivos RINEX de las estaciones de la RGNA son almacenados en un servidor central, el INEGI destina una computadora con la dirección *IP* 200.23.8.120 para que el responsable de estación de la RGNA transfiera los archivos.

Se tiene asignada una cuenta la cual es proporcionada por el administrador del servidor FTP en Oficinas Centrales y es utilizada por el responsable de estación de la RGNA para el depósito de información al servidor.

Con el fin de mantener organizada la información a depositar, existe un directorio denominado *rgna*, con una estructura fija de subdirectorios, que para su fácil identificación es igual a los nombres de las estaciones de la RGNA (ver ejemplo):

/home/rgna/INEG

CAM2

COL2

CULI

CHET

CHI3

MTY2

HER2

LPAZ

MERI

MEXI

OAX2

TAMP

TOL2

VIL2

Bajo los directorios de las Estaciones de la RGNA, el administrador del servidor FTP crea un subdirectorio con el formato DDMMM, DD es el día especificado con números y MMM son los 3 primeros caracteres del nombre del mes en mayúsculas

(ENE,FEB,MAR,ABR,MAY,JUN,JUL,AGO,SEP,OCT,NOV.DIC). Lo anterior dado que el servidor distingue entre mayúsculas como minúsculas.

/home/rgna/TOL2/02JUL

La estación cuenta con el programa FTPRGNA mediante el cual se realiza diariamente la transferencia automatizada de los archivos RINEX al servidor FTP. Para ello está instalado y configurado el programa como lo indica la normatividad. Al establecer comunicación con el servidor el programa busca el directorio correspondiente a la estación y el subdirectorío con la fecha en la que la información tiene que ser depositada.

Por políticas de operación se borran los directorios del servidor central que contienen los archivos RINEX que tengan más de 90 días naturales de antigüedad.

Por normatividad de seguridad, los depósitos de información deben ser realizados con el protocolo ftp en modo binario, el programa FTPRGNA para el depósito automatizado cumple esta condición, otra de las condiciones es que los directorios creados para cada una de las estaciones sólo tendrán permisos de escritura para el dueño del directorio, por lo que para poder depositar habrá que acceder con su cuenta correspondiente.

Para los problemas que ocurran en la estación que impidan el depósito diario, tales como: problemas en la línea de comunicación, imposibilidad de acceder al servidor, no poder depositar la información, restricciones a permisos de las cuentas, o fallas de funcionamiento, enviar correo electrónico o comunicar el problema vía telefónica al Responsable de Estación de la RGNA en Aguascalientes, para su conocimiento. Si el problema está en el servidor FTP o en la línea de comunicación a nivel central, el Responsable de Estación de la RGNA en Aguascalientes, gestiona con el área del servidor FTP la solución. Si la solución requiere una demora en el funcionamiento del servidor FTP o de la línea de más de un día, transmite el mensaje vía correo electrónico a los demás responsables de estación. Cuando el problema está en la línea de comunicación local de la estación correspondiente, el responsable de esa estación gestiona la solución del problema y una vez solucionado, efectúa el depósito correspondiente.

Diariamente se debe cuantificar la existencia de los 24 archivos RINEX depositados cada día en los directorios correspondientes. Si faltan archivos en los directorios de la estación el responsable de estación revisa si estos se encuentran en lista de espera, si faltan archivos y estos no se encuentran en lista de espera, se verifica si se encuentran en el directorio de descarga del programa de registro de datos TRS.

De ser así se efectúa su depósito en el servidor FTP de forma manual, finalmente, si no se encuentran en el directorio de descarga del programa de registro de datos TRS, pero se encuentran almacenados en la memoria del receptor, los archivos deberán descargarse del receptor 5700 de acuerdo a los procedimientos establecidos.

Si no es posible la recuperación de los archivos RINEX se editará un archivo TXT donde se especifica el motivo del faltante. El responsable de estación de la RGNA registra el problema y su solución, este archivo deberá ser integrado vía FTP al directorio del día correspondiente.

Respaldo de información.

Con el propósito de organizar los archivos que se generan en la estación TOL2 de la RGNA, así como facilitar su respaldo, se anidan los archivos RINEX a otro directorio. Anidar consiste en mover los archivos RINEX generados por el programa de registro de datos a una estructura de directorios homogénea organizada de manera jerárquica como se especifica a continuación:

\AAAASEnn\EEEE\DDMMM

Dónde:

AAAA 4 dígitos numéricos del año

SE Texto fijo identificando Semestre del año.

nn Número de semestre (01 o 02)

EEEE 4 caracteres que identifican a la estación de la RGNA (INEG, TOL2, etc.)

DD Dos dígitos numéricos identificando el día (01. 31)

MMM Tres dígitos alfabéticos identificando el mes (ENE, FEB... DIC)

\2014SE01\TOL2\11MAY

Así, en la primera carpeta se irán acumulando los archivos RINEX del primer semestre del año, es decir los meses que van de enero a junio, mientras que en la

segunda se hará lo correspondiente al acumulado del segundo semestre del año, es decir, los meses que van de julio a diciembre. Al inicio de cada semestre como responsable de estación de la RGNA genera los directorios correspondientes al año-semestre y estación. Cada día laboral el responsable de la estación de la RGNA genera los directorios correspondientes al día-mes. El día Lunes o día posterior a día no laborable se generan los directorios que sean requeridos por la cantidad de días que se anidarán. Ya contando con los directorios el responsable de estación de la RGNA mueve del directorio de descarga conforme al programa de registro de datos los archivos RINEX de su estación correspondientes a las siguientes sesiones: Sesión “a”... “j” del día actual (mínimos) Sesión “k”... “x” del día anterior.

El formato del archivo RINEX es:

eeeedds.zip donde: eeee: 4 dígitos de la Estación.

ddd: día juliano

s: sesión.

zip: identifica un archivo compactado

Respaldo final.

Los archivos RINEX generados en las estaciones de la RGNA se almacenan continuamente en el disco duro de la computadora; para su respaldo se utilizan discos compactos del tipo CD-RW y del tipo CD-R.

El responsable de estación de la RGNA realiza respaldos temporales durante el transcurso del año y 2 respaldos definitivos para los archivos RINEX y TXT de un año de la siguiente manera:

Cuando hayan transcurrido los dos primeros meses del año, enero y febrero, se realiza un respaldo temporal de los archivos encontrados en los directorios anidados para el semestre en curso, para lo cual se utiliza un CD-RW.

Posteriormente, transcurridos los siguientes dos meses del año, marzo y abril, se tiene un acumulado de 4 meses incluyendo enero y febrero; así, el CD-RW se borra y se procede a hacer el segundo respaldo temporal del año que comprende los 4 meses del año: enero, febrero, marzo y abril encontrados en los directorios anidados.

Al cabo de seis meses se tiene un acumulado de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, de tal manera que el mes de Julio se realiza el primer

respaldo definitivo del año así como una copia del mismo, para lo cual se utilizan dos discos compactos CD-R.

Similares pasos a los mencionados se deberán llevar a cabo en el segundo semestre del año, solamente que en lugar del periodo Enero a Junio se respaldan los archivos del periodo Julio a Diciembre y el doble respaldo definitivo en CD-R se realiza el primer mes del siguiente año al que corresponden los archivos. A los CD-R de respaldo definitivo se les agrega una etiqueta física y externa visible en la parte frontal del estuche con la siguiente clave, al terminar el respaldo: EEEEssaa

Dónde:

EEEE 4 dígitos para la clave de la estación.

ss 2 dígitos corresponden al semestre: 01 de Enero a Junio; 02 de Julio a Diciembre.

aa 2 dígitos para la terminación del año: 05.

Al CD-RW de respaldo temporal se les agrega una etiqueta física y externa visible en la parte frontal del estuche con la siguiente clave, al terminar el respaldo:

EEEE 4 dígitos para la clave de la estación.

ss 2 dígitos corresponden al semestre: 01 de Enero a Junio; 02 de Julio a Diciembre.

rr 2 dígitos para identificar el número de respaldo: 01 para el primer bimestre del semestre en cuestión; 02 para el primer cuatrimestre del semestre en cuestión.

Cuando se cuente con el respaldo anual definitivo de archivos, el responsable de estación de la RGNA elimina definitivamente los archivos RINEX, TXT y LOG de la computadora hasta que transcurra un año. Los archivos TXT también se respaldan junto con los archivos RINEX dentro del período correspondiente.

2.2 RED GEODÉSICA HORIZONTAL

La norma técnica nos habla acerca del cambio de marco geodésico en su vertiente horizontal, situación que involucra la Red Geodésica Horizontal del país, integrada por estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) y de la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP), la cual establece que toda estación geodésica de propósito horizontal deberá estar referenciada al Marco de Referencia Terrestre Internacional definido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS) para el año 2008, con datos de la época 2010.0, denominado ITRF2008 época 2010.0, asociado al elipsoide de referencia del Sistema Geodésico de Referencia de 1980, es decir, GRS80.

Actualmente la cobertura es de más de 100 000 estaciones sobre el territorio nacional y su propósito principal es el de proporcionar apoyo a instituciones, geodestas y topógrafos que necesiten ligar sus trabajos al Marco Geodésico de Referencia (figura 14).

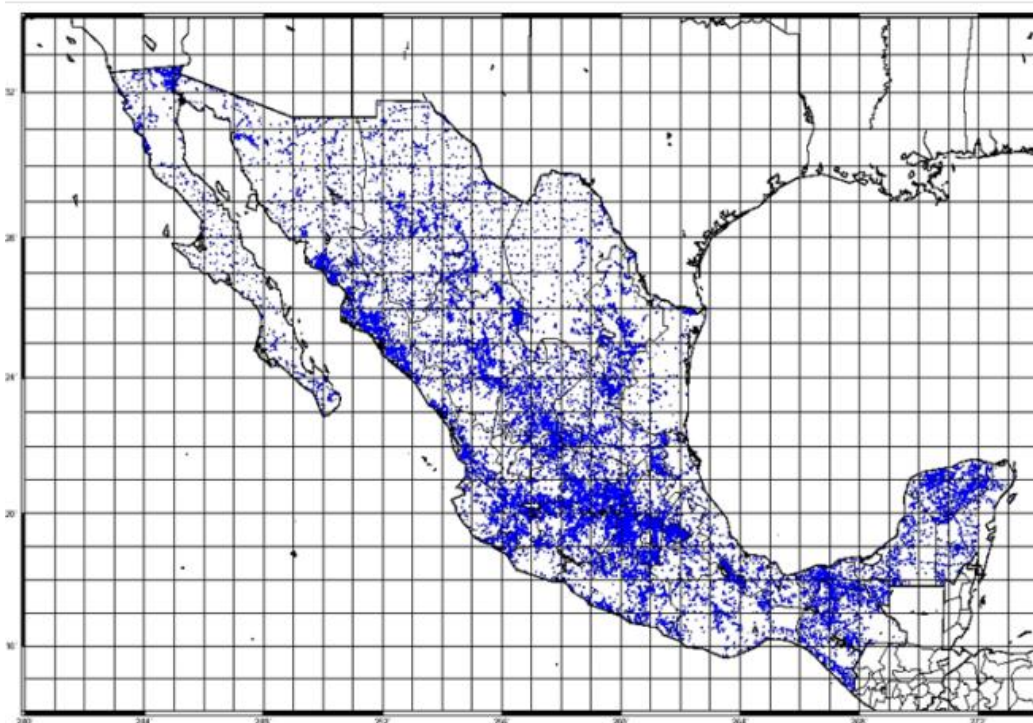


Figura 14. Mapa de la Red Geodésica Nacional

2.2.1 Aplicaciones Principales.

A continuación menciono algunas de las principales aplicaciones que tienen los trabajos en los que participo en el área de estaciones horizontales:

- Se levanta información sobre puntos de apoyo fotogramétrico para la actualización de cartografía 1:50K y generación de cartas 1:20K.
- GPS aerotransportado para posicionamiento aerofotográfico.
- Los levantamientos son insumos para la generación de Modelos Digitales de Elevación mediante aplicación de Percepción Remota Activa con sistema LIDAR.
- Se hace posicionamiento de elementos insulares y determinación de líneas base para fijar el mar territorial y la Zona Económica Exclusiva (ZEE).
- Delimitación fronteriza en apoyo a la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE).
- Apoyo a la misma SRE para consultas sobre posición geográfica de propiedades que pretenden adquirir extranjeros.
- Apoyo a la Suprema Corte de justicia de la Nación (SCJN) en controversias constitucionales.
- Posicionamiento GPS, para obtener valores de alturas elipsoidales sobre bancos de nivel de la Red Geodésica Vertical, para la calibración de una solución Geoidal precisa mediante la comparación de los resultados de la solución calculada contra los datos obtenidos sobre los bancos de nivel.
- Levantamiento Geográfico de la Llanura Costera del Golfo Norte para la evaluación y Prevención de Riesgos Hidrometeorológicos, FOPREDEN.
- Información de puntos gravimétricos para la generación del Geoide mexicano con resolución centimétrica.
- Apoyo y asesoría a las Entidades para la creación de redes geodésicas estatales integradas al Marco Geodésico de Referencia.
- Apoyo al desarrollo de la Red Mareográfica.
- Administración del Sistema Integral de Información Geodésica en apoyo a usuarios.

2.2.2 Actividades que se desarrollan en la Red Horizontal.

En lo que se refiere a las actividades que se realizan en la Red Geodésica Horizontal se contemplan como las principales, administrar el establecimiento de estaciones geodésicas horizontales con GPS, mediante la elaboración de proyectos de campo, para obtener y proveer insumos a proyectos cartográficos y de georreferenciación particular, para lo cual se emplea la tecnología del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) a través de la Constelación Navstar de 24 satélites, así las principales actividades que se desarrollan se numeran a continuación:

1. Medición de estaciones geodésicas con equipo GPS.
2. Procesamiento y ajuste de la información obtenida en campo.
3. Sistema de Integración de Información Geodésica.
4. Publicación de la información en Mapa Digital de México.

1. MEDICIÓN DE ESTACIONES GEODÉSICAS CON EQUIPO GPS.

La primera tarea consiste en la *medición de estaciones* pertenecientes a la RGNP distribuidas en el país y principalmente ubicados en el Estado de México, estado de Morelos y en el estado de Guerrero, identificados mediante monumentos de concreto y/o roca sana con una placa metálica empotrada que al centro identifica al punto (figura 15). La posición de estos vértices se determina en campo a partir de la medición del vértice con equipos geodésicos GPS, ligándolos a las estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa (figura 16).



Figura 15. Placa de Monumento



Figura 16. Equipo de Medición

En general son tres las actividades principales que se realizan en lo que se refiere a la medición de estaciones horizontales.

- I. GPS sobre Bancos de Nivel
- II. Puntos de Control Terrestre
- III. Elementos Insulares

I. GPS Sobre Bancos de Nivel.

El objetivo principal de esta actividad es generar información geodésica sobre Bancos de Nivel levantados con equipos GPS, con la finalidad de determinar alturas geodésicas para que esta información sirva como puntos de calibración en la generación del Modelo Geoidal para la República Mexicana.

Además de contribuir al mantenimiento y densificación de la Red Geodésica Nacional, con el propósito de proporcionar el apoyo y control necesario a los diferentes trabajos de cartografía, ingeniería e investigaciones que realizan los sectores público y privado

La metodología para los levantamientos de estaciones GPS en Bancos de Nivel de Precisión se divide en tres etapas:

Trabajos previos de gabinete.-

La actividad de medición de GPS en BN será asignada a la Dirección Regional que a su vez lo asignará a sus estructuras operativas estatales de acuerdo a la ubicación de los bancos.

Durante el acopio de la información el personal asignado obtendrá de la Base de Datos Geodésicos Regional las copias de croquis, descripción e itinerario de los BNP respectivos.

El responsable de la actividad realiza un anteproyecto que presentará al jefe de departamento antes de salir de comisión para su aprobación y autorización.

Para la realización del anteproyecto se deberá considerar de 8 a 30 km la separación entre bancos de nivel a observar simultáneamente.

Se determinará el orden, la secuencia de las observaciones y la programación de las sesiones mediante la elaboración de relaciones de los bancos de nivel que cada brigada tiene asignados.

Adicionalmente se deberá contar con la cartografía de la zona de trabajo, así como el gráfico de distribución de la carga de trabajo.

La preparación de equipo GPS con sus accesorios, del equipo de cómputo y materiales, se deberá hacer simultáneamente con la etapa de acopio de la información y elaboración del anteproyecto.

Trabajo de campo.-

Recuperación y verificación de Bancos de Nivel en campo, para determinar su factibilidad de medición. Una vez detectados los bancos se conforman pares, se asignan a la brigada correspondiente y se procede a su levantamiento, de ser necesario se modifica el anteproyecto.

- El proyecto implica el uso de equipo GPS de dos bandas exclusivamente.
- El método de observación estático con sesiones mínimas de tres horas.
- Medición simultánea con al menos dos equipos GPS.
- Elaboración de formatos: Registro de Observaciones y Estación Geodésica (Anexo 1).
- Obtención de fotografías de perfil norte, perfil detalle y planta.

La configuración mínima de los equipos debe ser:

- Máscara de elevación 15°.
- Intervalo de registro 15 seg.
- Número mínimo de satélites 5.

Se deberá actualizar durante el periodo de observación el croquis, descripción e itinerario del BN, a fin de que esta información se incorpore en su sede regional al Sistema de Integración de Información Geodésica (SIIG).

El personal responsable de los levantamientos de campo realizará el respaldo de la información GPS de cada estación en la computadora que le haya sido asignada para seguridad de la misma.

Trabajos de gabinete posteriores.-

El personal responsable realizará el proceso de los datos obtenidos en campo, deberá hacerse incluyendo el vector o vectores de las medidas simultáneas. Se deberá prever el proceso y ajuste de información dentro de la misma placa tectónica. La información necesaria para proceso y ajuste con liga a las estaciones de operación continúa.

Para el proceso de datos es obligatorio el uso de efemérides precisas.

El ajuste de los vectores se realizará para cada una de las sesiones, integrando el modelo geoidal vigente y utilizando, en su caso, estrategias de ponderación a las observaciones GPS.

Terminado el procesamiento de los datos, se deberá entregar en medios magnéticos los datos validados a fin de que dichos trabajos sean verificados y aceptados.

Generación de informes de campo y gabinete, formato de integración de información para la evaluación de la distancia, integración de resultados en el formato de Excel mediante el cual se presenta la información en la plataforma IRIS, formato de gastos generados en la comisión, gráfico de ubicación de los bancos medidos.

II. Puntos de Control Terrestre (PCT)

El objetivo principal de los Proyectos de Puntos de Control Terrestre es la obtención de insumos para el proceso de triangulación aérea que coadyuven en los procesos de elaboración de cartografía en sus diferentes escalas.

Las etapas de los proyectos de Puntos de Control Terrestre son: elaboración del anteproyecto en gabinete, levantamiento de campo, procesamiento y ajuste, validación y envío de la información al área usuaria.

Elaboración del proyecto en gabinete.-

Para elaborar los Proyectos de Puntos de Control Terrestre, se recibe previamente de Oficinas Centrales el requerimiento y los insumos necesarios.

Los insumos recibidos y empleados serán los siguientes:

- Recorte de Imágenes de Satélite de Muy Alta Resolución (ISMAR), previamente escaladas y en formato 1: 20 000. El Escalamiento consiste en bajar la resolución radiométrica de 11 bits a 8 bits.
- Las imágenes pueden ser:
 - Imágenes RGB (con resolución espacial de 50 cm)
 - Imágenes Pancromáticas (con resolución espacial de 50 cm)
- Archivo SHAPE de control terrestre histórico.
- Archivo SHAPE con la cobertura de formatos a trabajar y traslape de las imágenes.
- Para la elaboración del proyecto se deben de considerar las distribuciones que se muestran en la figura 17.

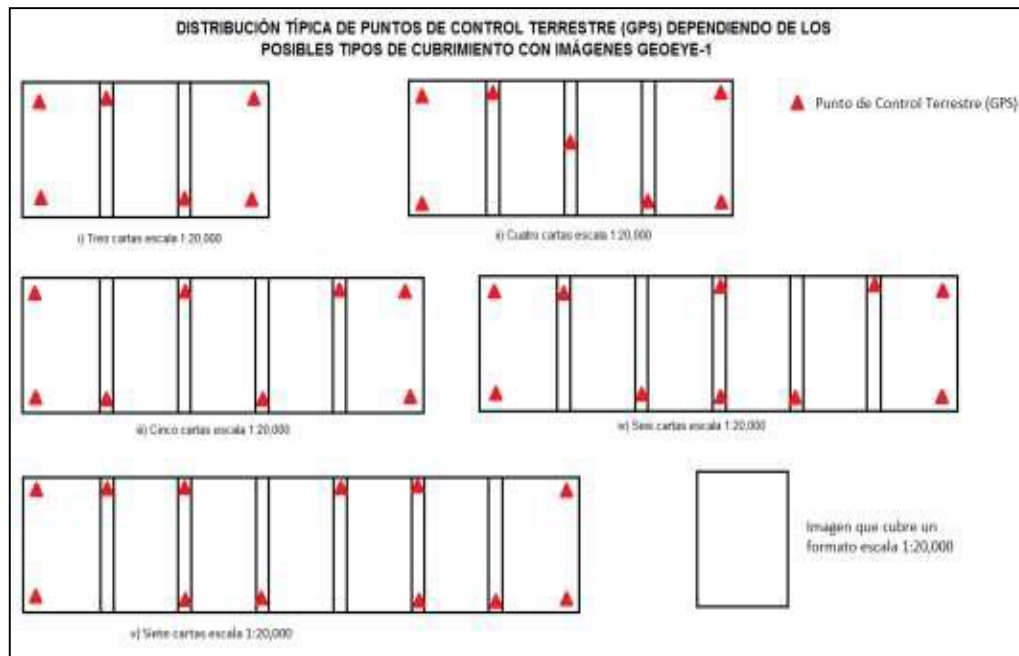


Figura 17. Distribución de Puntos de Control Terrestre

Las distribuciones anteriores son las que se requieren para proyectos donde no existen levantamientos de geodesia previos o donde el control terrestre histórico no es útil.

Una vez que se tienen los insumos, se procede a la ubicación de los Puntos de Control Terrestre en los cortes de las imágenes, las cuales abarcan 1 km cuadrado.

- En caso de proyectos con imágenes estereoscópicas, todos los puntos de control terrestre deben ser ubicados en un detalle que aparezca en las dos imágenes que forman el par, de acuerdo al corte de las mismas.
- Para la ubicación de los PCT se buscan rasgos identificables sobre la imagen; algunas consideraciones pueden ser las siguientes: en arbustos o matorrales, en cruces de caminos, en áreas urbanas que no presenten obstáculos como planchas de concreto (canchas), en esquinas de linderos de estructuras sólidas.
- La ubicación de los puntos, deben garantizar que todas las mediciones se realicen a nivel del piso.

Una vez ubicados los PCT, tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se envía el proyecto para su validación a Oficinas Centrales quien a su vez consulta al Área de Triangulación para su aprobación (figura 18).

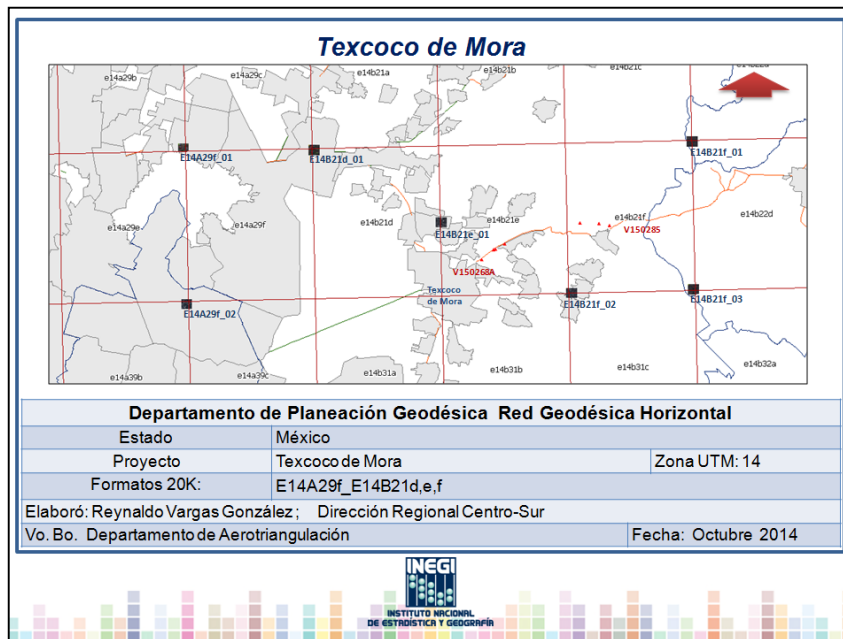


Figura 18. Proyecto de PCT terminado.

Levantamiento en campo.-

Aprobado el proyecto se procede a su levantamiento en campo.

- Se proporcionan los proyectos a las brigadas de campo correspondientes, para que realicen los levantamientos geodésicos mediante la utilización de equipos GPS, con

los recortes de imágenes se podrá realizar una confronta con la realidad con el fin de establecer los PCT.

- Una vez que se ha verificado la ubicación de un determinado objeto espacial y las condiciones de observación satelital para la colecta de datos GPS se efectúa la instalación del equipo y la configuración para el levantamiento.

- Por jornada de trabajo se selecciona un punto que será la estación base para ese día.

Se asignan los puntos móviles a las brigadas que intervienen, se inicia con la medición de la estación base y se continúa con los puntos móviles (figura 19).

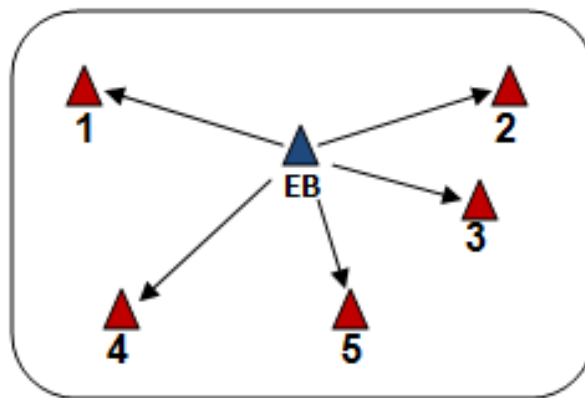


Figura 19. Levantamiento en campo

- El tiempo mínimo de medición es de 1 hora para los puntos móviles y 3 horas para la Estación Base (la base debe permanecer colectando datos hasta que se midan todo los puntos de la jornada).

- Durante la medición se debe realizar el llenado del formato de Registro de Observaciones GPS en formato digital, el cual se utilizara durante el proceso y ajuste de la información (Ver anexo 1).

- En campo y al realizarse la medición se elabora un formato de Punto de Control Terrestre, donde se ubican cortes de imágenes del punto medido, así como una breve descripción del rasgo fotoidentificado, un croquis a mano alzada y una fotografía del perfil de la medición. Estos formatos deben ser lo suficientemente claros, ya que se utilizaran por el área de Triangulación en etapas posteriores del proceso (Ver Anexo 3).

- Los equipos deben de configurarse con un intervalo de registro 1 segundo y una máscara de elevación de 10°.
- Los puntos deben de medirse a ras de piso.
- Se deben de medir todos y cada uno de los puntos considerados en el proyecto.

Procesamiento y ajuste de la información.-

Una vez concluido el trabajo de campo se realiza el procesamiento y ajuste de la información.

- Se procesan en primer término las estaciones base, ligándolas a por lo menos 2 estaciones de la RGNA y empleando efemérides precisas; posteriormente se procesan las estaciones móviles.

Validación e integración de la información.-

Una vez concluido el proceso y ajuste se recopila, se valida y se integra la información al expediente final para su envío a Oficinas Centrales.

El objetivo principal es verificar los resultados mediante la revisión cualitativa y cuantitativa, para asegurar su entrega con los estándares de calidad requeridos a las áreas usuarias.

Así mismos la información deberá ser respaldada, para futuras aplicaciones, análisis, actualizaciones o aclaraciones.

III. Elementos Insulares.

El objetivo principal de esta actividad es, la verificación de la posición de los Elementos Insulares que componen el territorio nacional e integrar la información resultante para la elaboración del “Catalogo de Islas Nacionales”, además para fijar el mar territorial y la Zona Económica Exclusiva (ZEE).

La metodología para los levantamientos de Elementos Insulares se divide en cuatros etapas:

Pre-análisis.-

Una vez asignada la actividad a la Dirección Regional correspondiente, se analizan los elementos a trabajar, se establece contacto con la Secretaria de Marina (SEMAR), para acordar los apoyos que recibirá el personal comisionado. Estableciendo además:

- Fecha de inicio.
- Itinerario de islas por verificar (figura 20).
- Puerto de zarpe.
- Buque con el que se realizaran los trabajos.
- Mandos en la Zona Naval.
- Hospedaje y alimentación.
- Mapa de zona de trabajo (figura 21).

Datos que servirán para la detección de necesidades en el desempeño de los trabajos de campo.

ORDEN DE VISITA	NOMBRE DEL ELEMENTO	No. EN ITINERARIO ORIGINAL	LOCALIZACION	DISTANCIA	ENTIDAD/MUNICIPIO (Frente a)	TERMINO GENERICO	REGION	COORD. DE REFERENCIA		OBSERVACIONES
								LATITUD	LONGITUD	
1	ROCA LAS BLANCA	33	Ensenada San Diego; Mpio. Santiago Astata; Oax.	De Salina Cruz A Ensenada San Diego 55 Kms.	OAX/SANTIAGO ASTATA	ROCA	MC	15°56'28.176"	95°34'31.767"	No se pudo bajar, se tomaron posiciones con navegador alrededor de esta.
2	ISLA LA MONTOSA	31	Bahía Huatulco, Mpio. Santa María Huatulco, Oax.	De Ensenada San Diego A Bahía Huatulco 58 Kms.	OAX/SANTA MARÍA HUATULCO	ISLA	MC	15°45'49.998"	96°05'03.417"	No se pudo bajar, se tomaron posiciones con navegador alrededor de esta.
3	ROCA LAS BLANCAS	30	Bahía Chahue, Mpio. Santa María Huatulco, Oax.	De Bahía Huatulco A Bahía Chahue 3.8 Kms.	OAX/SANTA MARÍA HUATULCO	ROCA	MC	15°44'51.383"	96°07'07.844"	No se pudo bajar, se tomaron posiciones con navegador alrededor de esta.
4	ISLA CACALUTA	29	Playa Cacaluta, Mpio. Santa María Huatulco, Oax.	De Bahía Chahua A Playa Cacaluta 6.3 Kms.	OAX/SANTA MARÍA HUATULCO	ISLA	MC	15°43'10.884"	96°09'43.699"	No se pudo bajar, se tomaron posiciones con navegador alrededor de esta.
5	ROCA SIN NOMBRE	32	Mpio. Santa María Huatulco, Oax.	De Bahía Cacaluta A Bahía Chachacual 3.1 Kms.	OAX/SANTA MARÍA HUATULCO	ROCA	MC	15°42'33.269"	96°11'19.967"	No se pudo bajar y no se pudo rodear, se tomaron posiciones con navegador por el costado sur

Nota: Región: CC - Costero Continental; MC - Marino Costero; M - Marino; C - Continental
 ESPECIALISTA (S) Reynaldo Vargas González; Carlos Maldonado Jarquín

Figura 20. Itinerario de islas



Figura 21. Mapa de zona de trabajo

Planeación del proyecto.-

Con la información el responsable de la actividad determinará:

- Número de técnicos para realizar los trabajos
- Número de equipos GPS
- Número de vehículos
- Navegadores
- Método de levantamiento

Los técnicos que participen en el proyecto deberán:

- Revisar lista de Islas asignadas a su grupo (nombre, número, zona naval, puerto de zarpe).
- Ubicarlas en cartografía, ortofotos (si existe)
- Revisar el recorrido y la distribución de las cargas de trabajo para cada brigada
- Verificar el funcionamiento de los equipos GPS, configuración, accesorios, estado de las baterías de los receptores, soportes de las antenas, bases nivelantes, balizas.
- Contar con todos los formatos para el registro de datos (croquis, observaciones).
- Oficios de comisión
- Incluir una cámara digital por equipo GPS con la finalidad de complementar la información de las Islas visitadas, donde se estableció el receptor, sus alrededores y de los elementos que se aprecien al horizonte

Reconocimiento y medición.-

Dada la ubicación de los elementos por medir, los técnicos asignados deberán realizar el reconocimiento con un recorrido perimetral, para seleccionar el lugar de desembarco e iniciar la medida si es posible.

Además recopilar información durante el traslado considerando principalmente:

-La determinación de la posición se realizará utilizando equipo de doble banda o navegador en función de lo accesible del lugar.

-El método puede ser Estático, Estático Rápido o con navegadores considerando lo siguiente:

Elementos parcialmente sumergidos.- Su posición será determinada en función de: accesos, condiciones atmosféricas, marea (si es alta no se podrá continuar con el trabajo); se utilizará equipo GPS con tripie de ser posible, de lo contrario se recurrirá al navegador (figura 22).

Elemento sobre el nivel del mar.- Es posible identificar el punto de observación por lo que su posición se determinará utilizando el equipo GPS con tripie mediante el método estático, considerando 3 horas de tiempo de observación para obtener una mayor precisión (figura 23).



Figura 22. Elemento sumergido.



Figura 23. Elemento sobre nivel del mar.

Elaboración del expediente.-

La elaboración del expediente deberá estructurarse integrando toda la documentación empleada, así como la generada durante cada etapa del levantamiento bajo las normas establecidas por el área normativa para la entrega de material de la Subdirección de Geodesia.

El expediente final se enviara a Oficinas Centrales e incluirá:

- Los formatos elaborados en campo
- Las fotografías de todos y cada uno de los elementos trabajados en campo
- *El Informe de Proceso y Ajuste (si este se realizó)
- Los informes correspondientes (campo y gabinete)
- Memoria de la comisión

*Para el caso de las observaciones absolutas (tomadas con navegador), no se realiza el proceso y ajuste.

2. PROCESAMIENTO Y AJUSTE DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO.

Una de las actividades sustantivas del área de geodesia del INEGI es el procesamiento diferencial de los datos de levantamientos GPS. Esta actividad se lleva a cabo para minimizar o eliminar los errores más significativos inherentes al sistema de posicionamiento, así como para incorporar los nuevos levantamientos al marco de referencia oficial adoptado en México ITRF08 Época 2010.0, obteniendo coordenadas tridimensionales de cada estación levantada en campo.

Una vez que se realizan los levantamientos en campo, personal de geodesia debe realizar el procesamiento de la información mediante la obtención de vectores y ajuste de coordenadas ligadas a la Red Geodésica Nacional Activa, referidas al marco de referencia oficial ITRF2008 Época 2010.0 asociado al elipsoide GRS80, de acuerdo a la Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional.

Procesamiento Riguroso.-

En los procedimientos adoptados para el procesamiento de datos GPS se asumía estabilidad espacial del marco de referencia, considerando las coordenadas de las estaciones de la red geodésica horizontal como fijas en el tiempo. El Dinamismo de la corteza terrestre hace necesario considerar los desplazamientos que sufre la red geodésica en el tiempo.

La aplicación del efecto del tiempo en el procesamiento de datos GPS se traduce en la obtención de órdenes de exactitud más altos y una mejora en la consistencia con el marco de referencia adoptado, en especial para las zonas en donde intervienen en el procesamiento de datos estaciones de referencia en diferentes placas tectónicas o en las que existan otro tipo de desplazamientos, como vulcanismo, sismicidad o subsidencia. Dichos casos hacen necesaria la implementación de este procedimiento.

El nuevo esquema de procesamiento de datos permite cumplir con lo dispuesto en la nueva norma, considerando:

Artículo 9.- El orden de exactitud posicional horizontal para la Red Geodésica Nacional deberá observar las especificaciones siguientes:

- Orden de 5 centímetros.-...sistema geodésico de referencia nacional fundamental RGNA
- Orden de 1 decímetro.-...densificación del sistema de referencia geodésico nacional básico. Los trabajos que se hagan dentro de este orden podrán incorporarse a la RGNP.

Elementos para el Procesamiento GPS.-

La entrada en vigor de la nueva Norma del Sistema Geodésico Nacional hace posible implementar el nuevo esquema de procesamiento de datos al contar ahora con los insumos necesarios:

- Coordenadas ITRF2008 época 2010.0 con alta exactitud de las estaciones de rastreo continuo (RGNA).
- Velocidades de las estaciones de la RGNA.

Para el procesamiento de datos GPS en el INEGI se adoptan las velocidades ITRF2008 calculadas por el DGFI para estaciones de la RGNA (Ver anexo 4) y otras estaciones en territorio mexicano (Figura 24). En el caso de las estaciones para las cuales no se cuenta con velocidades publicadas por el DGFI a la fecha, principalmente por ser estaciones establecidas recientemente, las velocidades se obtuvieron por interpolación a partir de otras estaciones cercanas a ellas.

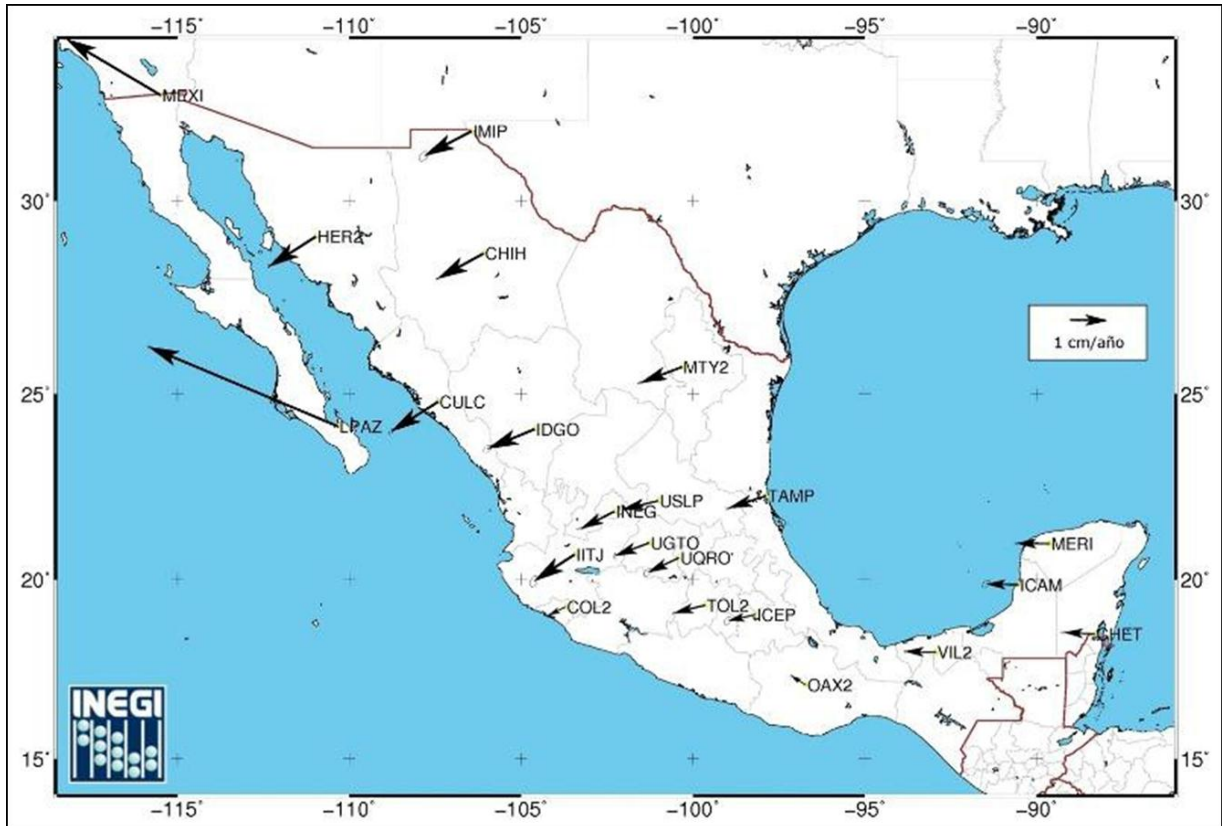


Figura 24. Desplazamientos horizontales de las estaciones de rastreo GPS continuo de la RGNA.

Modelos de placas.

Investigadores y diferentes agencias internacionales han desarrollado modelos globales de desplazamientos de las placas tectónicas, con los que se pueden inferir los desplazamientos horizontales por movimiento de las placas en puntos sobre la superficie de la corteza terrestre.

- Desplazamientos episódicos.

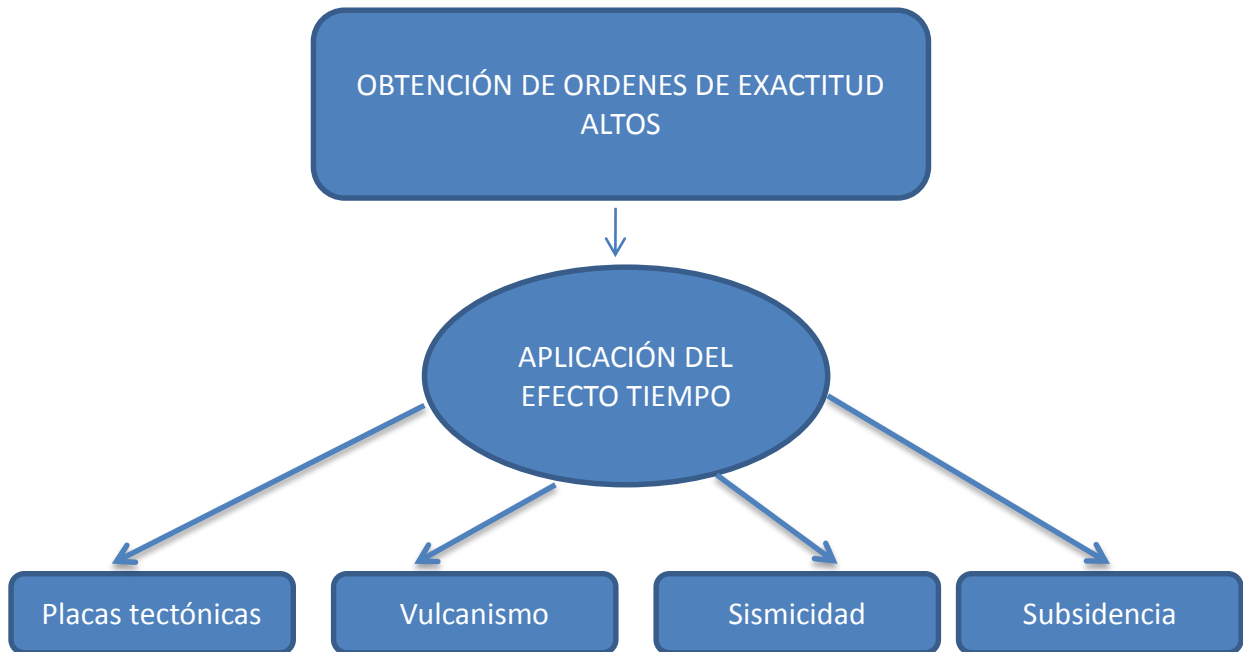
Los desplazamientos episódicos por lo general se deben a eventos sísmicos que afectan regiones específicas.

El modelado de estos desplazamientos en toda la región afectada se puede realizar con datos geofísicos, o bien con una cantidad suficiente de observaciones geodésicas antes y después del episodio; que permitan, además de estimar los desplazamientos, delimitar la región afectada. En el modelado se debe incluir el efecto de los desplazamientos post-sísmicos.

Tras el sismo del 4 de abril de 2010 con epicentro a 60 km al sur-sureste de

Mexicali, B.C., se calculó con base en las series de tiempo de la estación MEXI un desplazamiento de 22.3 centímetros

Procedimiento de Procesamiento.



En el antiguo esquema de procesamiento y ajuste de datos GPS se ingresaban directamente las coordenadas publicadas de las estaciones de la RGNA de referencia y se asumía que las coordenadas resultantes de los puntos postprocesados estaban en el marco y época oficial (figura 25).

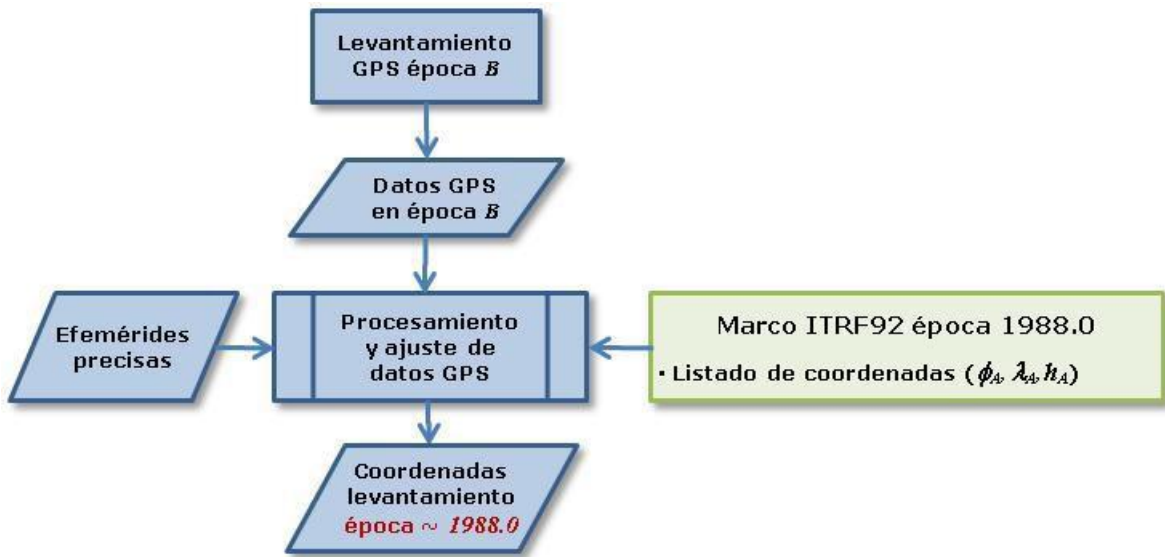


Figura 25. Antiguo esquema de procesamiento.

En el nuevo esquema se consideran las deformaciones del marco geodésico en el tiempo para obtener coordenadas en el marco y época oficial. El procedimiento implica la incorporación actividades antes y después de la actividad propia de procesamiento y ajuste (figura 26).

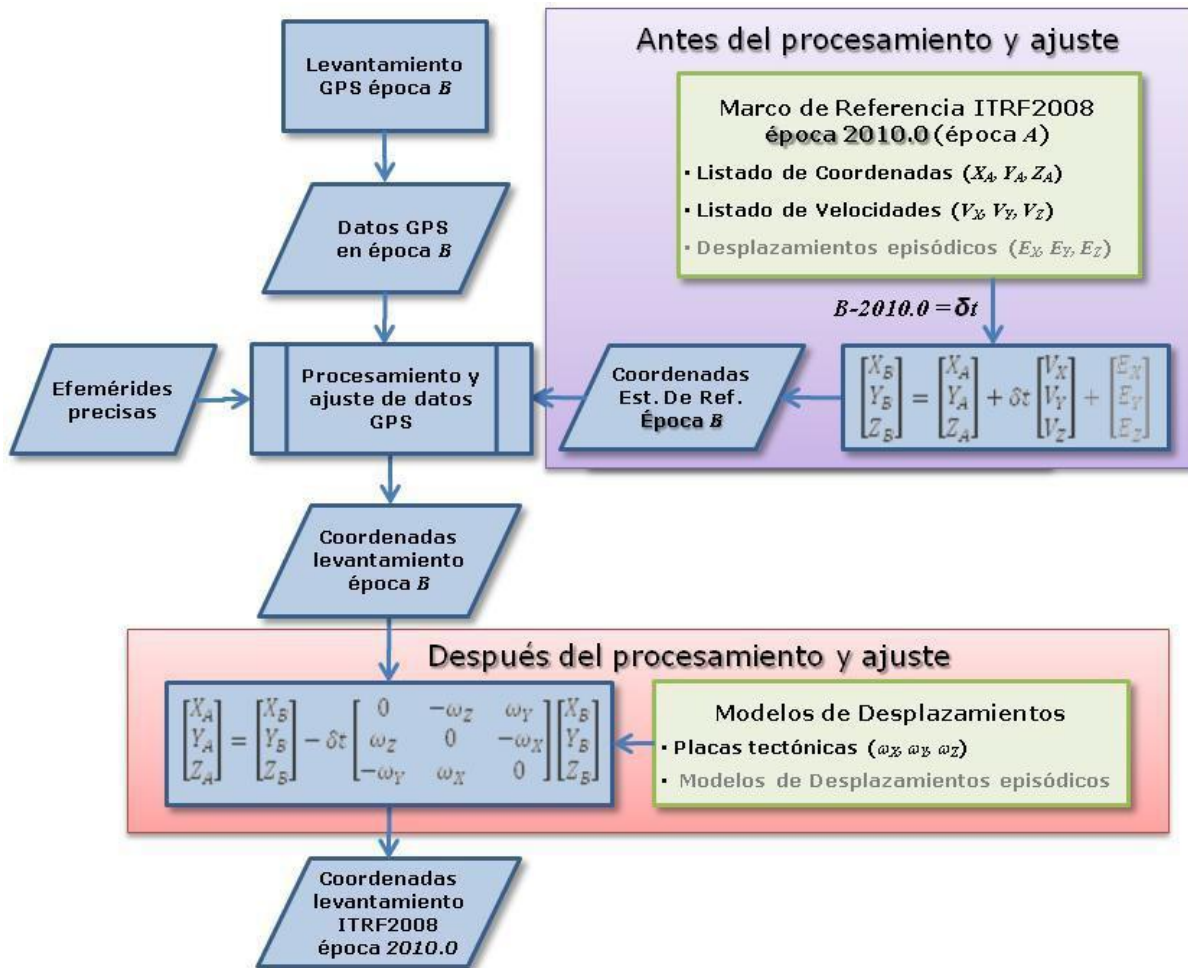


Figura 26. Esquema de procesamiento actual.

El no aplicar el procedimiento descrito tiene un efecto en las coordenadas y exactitud resultantes de los puntos procesados que depende de varios factores, principalmente:

- La ubicación de las estaciones de la RNGA involucradas (en especial si se encuentran en diferentes placas tectónicas)
- La ubicación de los puntos por calcular (si están en diferente placa tectónica que las estaciones de referencia o bien en alguna zona afectada por otro fenómeno que cause desplazamientos del terreno).
- El tiempo transcurrido entre la definición del marco y la fecha del

levantamiento GPS. Entre mayor sea la diferencia entre la época de las coordenadas del marco oficial y la época o fecha del levantamiento habrá mayores deformaciones que afecten los resultados del procesamiento y ajuste.

Una actividad antes de iniciar el procesamiento es conocer la época de referencia en la cual se obtendrán las coordenadas de las estaciones de operación continua, se calcula la parte proporcional del año al día de medición GPS, sumando el valor obtenido al año del levantamiento, aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Época de referencia} = \text{año del levantamiento} + (\text{día juliano}/365)$$

Ejemplo. $2014 + (31/365) = 2014.0849$

El valor resultante deberá tener 4 decimales y está expresado en años decimales.

Para las actividades antes y después del procesamiento se cuenta con la herramienta de apoyo ITRF08PR 2013.1 que facilita la tarea de aplicar los modelos, la cual cuenta con dos utilerías:

ITRF08 RGNA. Para obtener las coordenadas de las estaciones de la RGNA en la época de medición de los datos del proyecto. Para aplicarse antes del procesamiento y ajuste de los datos (figura 27).

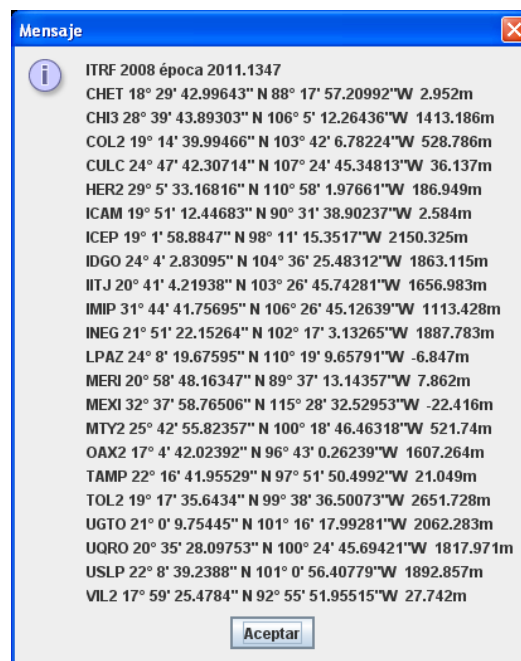


Figura 27. ITRF08 RGNA

ITRF08 Placas Tectónicas. Para llevar las coordenadas de los puntos procesados

y ajustados de la época de medición a la época 2010.0 considerando la placa tectónica donde se ubican los puntos (figura 28). Para aplicarse después del procesamiento y ajuste.

The image shows a software window titled "ITRF08" with a blue border and standard window controls (minimize, maximize, close). The window is divided into two sections. The top section, labeled "ITRF08", contains the following fields: "Latitud N" with sub-fields for degrees (20), minutes (58), and seconds (40.25781); "Longitud W" with sub-fields for degrees (89), minutes (37), and seconds (23.01346); "Alt. geodésica" with a value of -223.624; "Época de referencia" with a value of 2011.0877; and "Placa Tectónica" with a dropdown menu set to "Norteamericana". Below these fields is a "Transformar" button. The bottom section, labeled "ITRF08 época 2010", contains the following fields: "Latitud N" with sub-fields for degrees (20), minutes (58), and seconds (40.25785); "Longitud W" with sub-fields for degrees (89), minutes (37), and seconds (23.01312); and "Alt. geodésica" with a value of -223.624.

Figura 28. ITRF08 Placas tectónicas.

La aplicación de este procedimiento es imprescindible para casos en que el procesamiento y ajuste involucre estaciones de referencia en diferentes placas tectónicas, o bien que alguna de dichas estaciones presente desplazamientos por fenómenos locales o regionales, como en el caso de las estaciones INEG, MEXI, OAX2 y COL2.

Obtención de coordenadas.

Procedimiento de Proceso a Ajuste.

1. De la página web de INEGI se obtiene la información de al menos 2 estaciones de la RGNA del mismo horario en el que se midieron los bancos de nivel.
2. Actualmente se emplea el software Trimble Business Center (TBC), para llevar a cabo el procesamiento y ajuste de la información para obtener las coordenadas geográficas de los vértices medidos (figura 29).

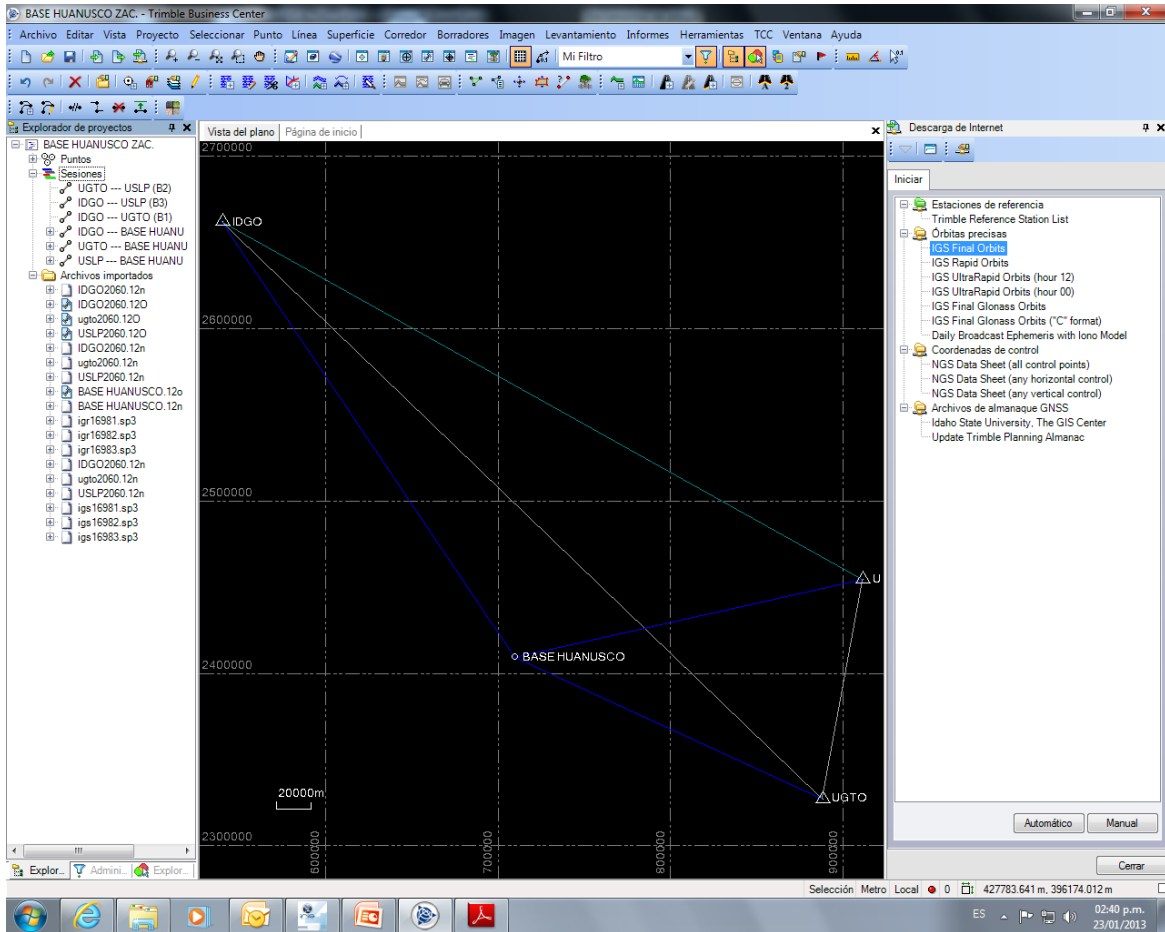


Figura 29. Software TBC.

3. Usar el Modelo Geoidal GGM10.
4. Utilizar efemérides precisas.

Terminado el procesamiento de los datos, se realiza la validación de los resultados del ajuste de las coordenadas geodésicas (figura 30) y el apego de la información a las normas técnicas del Sistema Geodésico Nacional y Estándares de Exactitud Posicional, para su envío a Oficinas Centrales.



Figura 30. Resultados del ajuste de coordenadas.

Para la integración de la información a la base de datos se genera una tabla donde se integran los resultados finales de la siguiente manera:

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "Tabla de integración de resultados (2) [solo lectura] - Excel". The spreadsheet contains a table with the following columns: EST_GPS, FECHA_OB, CLA_CART, LATITUD, LONGITUD, ALT_ELIP, D_ST_LAT, D_ST_LON, D_ST_ALT, CEP, EPV, and OBSERVAC. The data rows are numbered 4 through 30, and each row contains a unique EST_GPS value, a date (e.g., 05-sep.-14), a code (E14A17), and various numerical values for the other columns. The OBSERVAC column contains the text "Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos".

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	EST_GPS	FECHA_OB	CLA_CART	LATITUD	LONGITUD	ALT_ELIP	D_ST_LAT	D_ST_LON	D_ST_ALT	CEP	EPV	OBSERVAC
4	V150964A	05-sep.-14	E14A17	194639.64951	994017.21042	2674.251	0.003	0.003	0.013	0.007	0.025	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
5	V150965	05-sep.-14	E14A17	194711.35059	994004.00605	2713.948	0.004	0.004	0.021	0.009	0.042	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
6	V150966	04-sep.-14	E14A17	194710.68691	994043.32001	2701.124	0.004	0.004	0.014	0.009	0.028	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
7	V150967	04-sep.-14	E14A17	194709.42832	994123.58381	2707.738	0.004	0.003	0.019	0.009	0.038	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
8	V150968	03-sep.-14	E14A17	194707.51561	994210.68306	2710.555	0.003	0.003	0.011	0.006	0.021	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
9	V150969	03-sep.-14	E14A17	194702.29038	994305.12021	2698.906	0.004	0.004	0.019	0.009	0.038	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
10	V150972	02-sep.-14	E14A17	194728.37809	994541.03782	2722.595	0.004	0.003	0.019	0.009	0.037	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
11	V150973	05-sep.-14	E14A17	194723.11174	994644.16741	2718.506	0.004	0.004	0.020	0.009	0.039	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
12	V150974	04-sep.-14	E14A17	194701.04760	994721.87865	2715.282	0.004	0.004	0.016	0.010	0.032	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
13	V150975	04-sep.-14	E14A17	194708.27125	994802.18255	2638.264	0.004	0.004	0.019	0.009	0.038	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
14	V150976	05-sep.-14	E14A17	194658.52579	994845.82020	2564.439	0.003	0.003	0.014	0.007	0.027	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
15	V150976A	03-sep.-14	E14A17	194706.75334	994936.71591	2516.191	0.004	0.004	0.019	0.009	0.037	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
16	V150977	03-sep.-14	E14A17	194657.78092	995026.62404	2528.213	0.003	0.003	0.010	0.006	0.020	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
17	V150978	08-sep.-14	E14A17	194708.51739	995101.70397	2528.416	0.003	0.003	0.017	0.007	0.033	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
18	V150979	02-sep.-14	E14A17	194725.15642	995123.94938	2555.177	0.004	0.004	0.022	0.009	0.043	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
19	V150981	09-sep.-14	E14A17	194719.44916	995221.96017	2509.148	0.003	0.003	0.011	0.006	0.022	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
20	V150982	09-sep.-14	E14A17	194724.89560	995259.40415	2507.329	0.004	0.003	0.018	0.008	0.036	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
21	V150983	10-sep.-14	E14A17	194724.78428	995331.77551	2504.900	0.002	0.003	0.013	0.006	0.025	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
22	V150984	10-sep.-14	E14A17	194701.73703	995403.13861	2516.911	0.005	0.005	0.022	0.011	0.044	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
23	V150989	12-sep.-14	E14A17	194730.03620	995448.19854	2525.521	0.003	0.003	0.013	0.006	0.026	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
24	V150990	08-sep.-14	E14A17	194744.35729	995547.25462	2525.718	0.003	0.003	0.013	0.007	0.026	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
25	V150993A	09-sep.-14	E14A17	194816.93925	995920.77236	2556.866	0.004	0.004	0.019	0.009	0.037	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
26	V150994	09-sep.-14	E14A16	194824.71652	1000015.52695	2565.440	0.003	0.003	0.012	0.006	0.023	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
27	V150994A	10-sep.-14	E14A16	194830.82604	1000103.55868	2572.886	0.002	0.003	0.015	0.006	0.030	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
28	V150995	10-sep.-14	E14A16	194849.84343	1000154.22504	2559.053	0.005	0.005	0.019	0.012	0.038	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
29	V150996	12-sep.-14	E14A16	194845.86486	1000239.88813	2566.508	0.003	0.003	0.013	0.006	0.025	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos
30	V150997	11-sep.-14	E14A16	194837.04540	1000344.27357	2588.333	0.002	0.003	0.011	0.006	0.022	Villa del Carbón - Atiacomulco - El Oro de Hgo. - Lim. Edos

3. SISTEMA DE INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN GEODÉSICA (SIIG).

Una vez validada la información se procede a lo siguiente:

- Se realiza la integración de la información al Sistema de Integración de Información Geodésica (figura 31), el cual es una base de datos que contiene la información de coordenadas geodésicas para la red horizontal, los datos de nivelación para la red vertical y los datos de gravedad para la red gravimétrica, así como su croquis con itinerario y grafico para su ubicación y fotografías de la estación.

The screenshot displays the SIIG web application interface. At the top, there is a navigation bar with the INEGI logo and the text 'Sistemas Nacionales Estadísticos y de Información Geográfica'. Below this, a search form is visible with the following elements:

- PARAMETROS DE BÚSQUEDA:**
 - Country: México
 - Station Type: ESTACIÓN GEODÉSICA HORIZONTAL
 - Update Date Range: DE 03/02/2015 A 03/02/2015
 - Municipios Disponibles en Regional: Selecciona...
 - Buttons: Consultar / Modificar, Imprime PDF, Imprime Consulta
 - Checkbox: DESPLEGAR SOLO REGISTROS CON PROBLEMAS
- Links:**
 - Descargar Especificaciones Detalladas para Insertar registros de marcas geodésicas a partir de un archivo de texto
 - Descargar Sistema de Transferencia por Lotes a partir de un archivo de texto (última modificación 20130909)
- Data Table:**

Tipo	Estado	Municipio	Denom	fecha est.	Latitud	Desv. Lat	Longitud	Desv. Long	Dependencia	Carta	PDF	KML
V	México	001	V150097	13/03/2003	195325.60544	ND	995111.83276	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150098	01/10/2003	195426.22873	ND	995161.82610	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150100	14/03/2003	195623.11283	ND	995031.03425	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150101	17/03/2003	195714.11083	ND	995045.99082	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150102	17/03/2003	195751.96405	ND	995109.22350	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150104	17/03/2003	195857.43326	ND	995216.85577	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150105	18/03/2003	195944.88807	ND	995233.77099	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	V150106	18/03/2003	200030.95848	ND	995243.85725	ND	INEGI	F14C87	PDF	KML
V	México	001	150010001A	08/11/2001	195791.32387	ND	995047.40549	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	15001002	08/06/1993	195128.05058	ND	995233.10721	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	15001003	09/06/1993	195134.88651	ND	995134.46142	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	150010037A	10/10/2002	195518.46231	ND	995436.87902	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	15001004	09/06/1993	195248.82078	ND	995114.86408	ND	INEGI	E14A17	PDF	KML
V	México	001	15001005	19/07/1993	200105.38218	ND	994830.74094	ND	INEGI	F14C87	PDF	KML
- Footer:**
 - SISTEMA DE INTEGRACION DE INFORMACION GEODESICA VER 3.0
 - Dirección General de Geografía
 - Datos Geodésicos Fundamentales
 - Desconectar

Figura 31. SIIG.

El objetivo de este sistema es trasladar el banco de datos con información de marcas geodésicas a un modelo de base de datos diseñado para la contención de información que es publicada a través de la página web del INEGI.

4. PUBLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN MAPA DIGITAL DE MÉXICO.

El Mapa Digital de México es un Sistema de Información Geográfica (SIG), desarrollado por el INEGI, que integra información de los elementos naturales y culturales que conforman el entorno geográfico del país y permite relacionarlos con información estadística.

Para el caso de la información geodésica nos permite hacer la consulta vía WEB de las estaciones de la Red Geodésica a nivel nacional, que han sido medidas en cualquiera de sus tres vertientes, horizontal, vertical y gravimétrica como podemos observarlo en la fig. 32

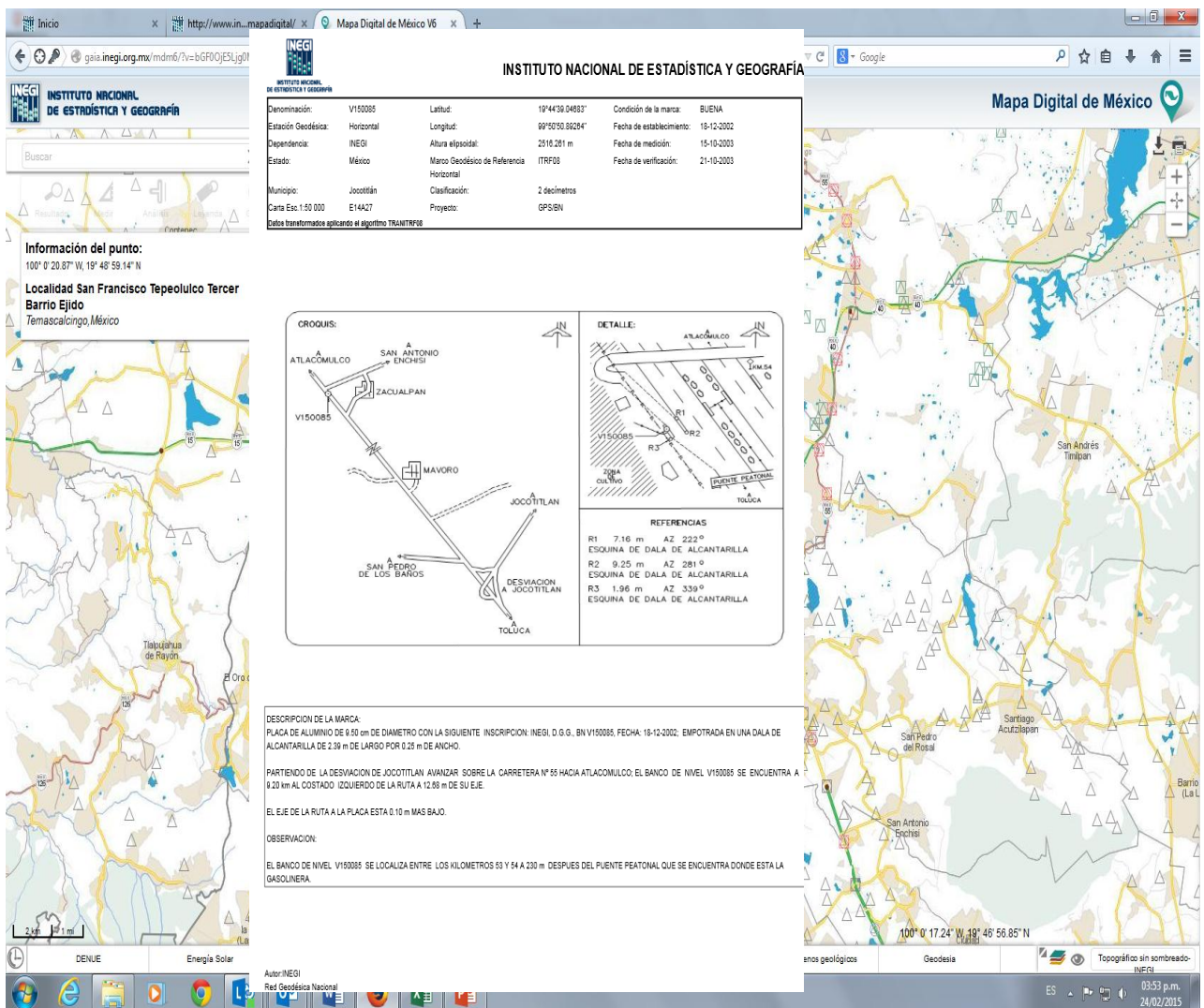


Figura 32. Mapa Digital de México.

CONCLUSIONES

Este informe le permitirá al interesado conocer sobre los trabajos que se llevan a cabo sobre este tema, apoyarse para tener algunas bases teóricas relacionadas al desarrollo de una medición con equipo GPS, desde conceptos primordiales como son las definiciones y relaciones existentes entre lo que son la RGNA y la RGNP, figuras principales que permiten entender cómo se lleva a cabo la ubicación precisa de los objetos sobre la superficie de la Tierra.

Se da a conocer la existencia de equipo de medición de última tecnología, que permite realizar las actividades de manera más ágil y con mucho menos riesgos de generar errores, además de tener la información disponible al público en general de manera gratuita.

Cabe señalar que este tipo de trabajos tienen un alcance nacional e internacional y la información tiene homogeneidad, esto quiere decir que el método de levantamiento, la distribución y colocación de los monumentos, las precisiones y tolerancias, están estandarizadas y deben ser cumplidas de acuerdo a la ley, si se tiene el objetivo de pertenecer a esta red de estaciones geodésicas.

A partir de la realización de las actividades que se desarrollan en la Red Geodésica Horizontal, estoy en posibilidades de llevar a cabo las acciones de procesamiento, validación, aceptación y control de la información que se recibe de las Coordinaciones Estatales, así como de la que se levanta en el propio departamento.

En lo concerniente a la parte de asesoría es importante mencionar que se han adquirido los conocimientos necesarios para poder dar capacitación a los usuarios tanto internos como externos que lo requieran, tanto de la parte de medición en campo, así como también de procesamiento y ajuste de información GPS, con los software de carácter comercial que existen para este tema.

Este conocimiento que he adquirido a lo largo de 22 años en el INEGI me ha servido como geógrafa para poder aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera, pero principalmente para saber que para elaborar la cartografía participan varios

departamentos y que cada uno de ellos tiene una colaboración especial y que sin alguno de ellos no sería posible la generación de un producto final de cartografía.

Como profesional en la carrera de Geografía y con los conocimientos adquiridos en ella, me siento orgullosa de trabajar y poder aplicar todo lo aprendido, en una institución de gobierno como lo es el INEGI, es un organismo del cual puedo comentar con toda seguridad que es de los más avanzados y que incluso está al nivel de muchas instituciones internacionales, ya que va a la vanguardia tanto en conocimiento científico como tecnológico en cuanto a lo que de mi área se refiere, a elaboración de cartografía.

BIBLIOGRAFÍA

Geodesia, Wolfgang Torge. Editorial Diana, México. Abril 1983 Pág.13

INEGI (Mayo 2010). Taller de la Red Geodésica Horizontal. Aguascalientes, Ags.

INEGI (Mayo 2010). Red Geodésica Nacional Activa. Aguascalientes, Ags.

INEGI (Febrero 2011). Procesamiento de Datos GPS Considerando Deformaciones del Marco Geodésico en el Tiempo. Aguascalientes, Ags.

INEGI (Febrero 2011). Guía de procesamiento riguroso empleando utilerías. Aguascalientes, Ags.

INEGI (2014). Ley del Sistema Nacional de Estadística y Geografía.

<http://sc.inegi.org.mx/Normateca2010/menuNormateca.jsp> (Consultado el 10 de junio de 2014).

INEGI (2010). Normas Técnicas.

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/normastecnicas/default.aspx> (Consultado el 10 de junio de 2014).

Anexo 1. Formato de Registro de Observaciones.



DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN DEL MARCO GEODÉSICO
SUBDIRECCIÓN DE CONTROL DE OPERACIONES GEODÉSICAS
ESTACIÓN GPS

REGISTRO DE OBSERVACIÓN	NOMBRE DEL TRABAJO		NOM. ESTACION	DIA (UTC)	SEMANA Y DIA GPS	FECHA	SESION
			BASE () MOVIL ()		/ /	/ /	
NUM.	LUGAR: _____ MPO: _____ EDO.: _____			OBSERVADOR: _____			
PROYECTO: LIDAR () GPS. AEROT () C. TERRESTRE. () BN'S () OTRO () NOMBRE: _____				MODO DE LEVANTAMIENTO: EST. () CINEM. () EST. RAP. ()	CARTOGRAFÍA ESC. 1:50,000 CLAVE: _____ NOMBRE: _____		
COORDENADAS DE LA ESTACIÓN WGS84	LATITUD		LONGITUD		ALTURA		
	N	° ' "	W	° ' "	m		
HORA INICIO (UTC)	HORA FINAL (UTC)	HORA INICIO (LOCAL)	HORA FINAL (LOCAL)	LÍNEA DE VUELO: _____ IMAGEN DIGITAL: _____			
ESTACIONES DE REFERENCIA (RGNA_CORS_BASE) CHET_CHIG_COL2_CULC_HER2_ICAM_JCEP_JMIP_IDGO_ITJ_INEG_LPAZ_MERI_MEXL_MTY2_OAX2_TAMP_TOL2_UGTO_UQRO_USLP_VIL2							
EQUIPO DE RASTREO							
MOD. RECEPTOR		MOD. DE ANTENA		TRIPLE: _____ ()	LONGITUD DEL CABLE:		
TIPO: _____		TIPO: _____		BASE NIVELANTE: _____ ()	5.00 m ()		
N/S _____		N/S _____		BÍPODE Y BALIZA DE EXT. _____ ()	10.00 m () OTRO ()		
ALTURA DE LA ANTENA				CONSTANTE DE ANTENA:		FUENTE DE ENERGÍA:	
ALTURA DE LA MARCA SOBRE () O BAJO () TERRENO: _____ m				CENTRO ELECTRICO:		VEHÍCULO ()	
ALTURA INICIAL: _____ ALTURA FINAL: _____ m C.E. _____				(C.E.) _____ m		BATERIA ()	
GANCHO MEDIDOR DE ALTURA 0.36 m						OTRO ()	
ALTURA VERTICAL PARA EL PROCESO: _____ m							
RESUMEN DE RASTREO SATELITAL				CROQUIS DE ANTENA			
INICIO		FINAL					
SATÉLITE	ELEV. AZ.	SATÉLITE	ELEV. AZ.				
COMENTARIO		COMENTARIO					
_____	_____	_____	_____				
_____	_____	_____	_____				
_____	_____	_____	_____				
_____	_____	_____	_____				
_____	_____	_____	_____				
_____	_____	_____	_____				
_____	_____	_____	_____				
OBSERVACIONES Y REPORTE DE PROBLEMAS:							
DÍA DE LA SEMANA GPS: DOMINGO 0, LUNES 1, MARTES 2, MIÉRCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SABADO 6.							

Anexo 2. Formato de Estación Geodésica.



ESTACION GEODESICA: VERTICAL-HORIZONTAL-GRAVIMETRICA					
DENOMINACIÓN:		LATITUD			
PROYECTO:		LONGITUD			
CLASIF. BN:	EGH:	EGG:	ALTURA ELIPSOIDAL		
DEPENDENCIA:		ALTURA SNMM:			
ESTADO:		FECHA DE MED.:BN:	EGH:	EGG:	
MUNICIPIO:		FECHA DE VERIFICACIÓN:			
FECHA VALIDACIÓN BN:		CONDICIÓN DE LA MARGA:			
MARCO DE REF BN:NAV029		EGH:ITRF08		EGG:IGSN71	
GRAVEDAD:		CARTA ESC. 1:50 000:			
		DESVIACIÓN ESTANDAR DE GRAVEDAD:			




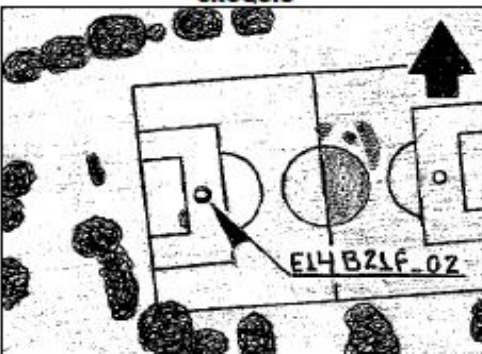
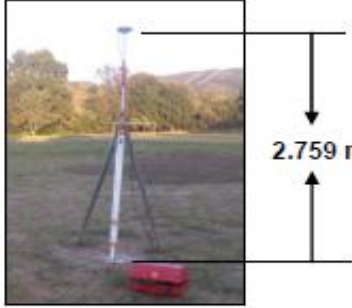
CROQUIS:		DETALLE:	
	REFERENCIAS		

DESCRIPCIÓN DE LA MARCA

ITINERARIO :

INFORMACION ADICIONAL:

Anexo 3. Formato de Punto de Control Terrestre.

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA</p>	<p>DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE</p> <p>DIRECCIÓN REGIONAL CENTRO SUR</p>		
<p>FORMATO DE IDENTIFICACIÓN DEL PCT</p>			
<p style="text-align: center;">AMPLIACIÓN DE UBICACIÓN DEL PUNTO</p>  <p style="text-align: center;">E14B21f_02</p>	<p style="text-align: center;">IMAGEN SATELITAL</p>  <p style="text-align: center;">E14B21f_02</p> <p style="text-align: center;">CROQUIS</p>  <p style="text-align: center;">E14B21f_02</p>		
<p>PROYECTO Texcoco de Mora</p>	<p>CLAVE DEL PCT E14B21f_02</p>	<p>NUMERO DE IMAGENES po_4219273_rgb_5_1 po_4219307_rgb_5_6</p>	<p>OBSERVACIONES</p>
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Se foto identificó y se midió al centro de la marca del penalti, al costado poniente de una cancha de fut bol.</p> <p>Altura Vertical: 2.759 m</p>	<p style="text-align: center;">PERFIL</p>  <p style="text-align: center;">2.759 m</p>		

Anexo 4. Velocidades asociadas a las estaciones de la RGNA.

Estación de la RGNA	V_x (m/año)	V_y (m/año)	V_z (m/año)	Calculado por:*
CHET	-0.0080	0.0022	-0.0004	DGFI*
CHI3	-0.0120	0.0011	-0.0061	DGFI
COL2	-0.0047	-0.0015	-0.0013	DGFI
CULC	-0.0123	0.0011	-0.0072	DGFI
HER2	-0.0126	0.0009	-0.0067	DGFI
ICAM	-0.0077	0.0021	-0.0023	INEGI
ICEP	-0.0067	0.0021	-0.0020	INEGI
IDGO	-0.0112	0.0014	-0.0058	INEGI
IITJ	-0.0104	0.0024	-0.0068	INEGI
IMIP	-0.0125	0.0005	-0.0055	INEGI
INEG	-0.0018	0.0321	-0.0172	DGFI
LPAZ	-0.0420	0.0259	0.0179	DGFI
MERI	-0.0085	0.0008	-0.0002	DGFI
MEXI	-0.0208	0.0129	0.0154	DGFI/INEGI
MTY2	-0.0106	0.0010	-0.0040	DGFI
OAX2	-0.0038	-0.0004	0.0027	DGFI
TAMP	-0.0095	0.0009	-0.0032	DGFI
TOL2	-0.0063	0.0018	-0.0024	DGFI
UGTO	-0.0090	-0.0002	-0.0027	DGFI
UQRO	-0.0079	0.0010	-0.0038	INEGI
USLP	-0.0090	0.0019	-0.0024	DGFI
VIL2	-0.0079	0.0021	-0.0003	DGFI

Velocidades con respecto a ITRF2008 de las estaciones de rastreo GPS continuo de la RGNA.

Anexo 5. Círculo de error probable CEP y Error probable vertical EPV

	A	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	CR
1	EST_GPS	ESTE	ALT_ORT	LATITUD	LONGITUD	ALT_ELIP	D_ST_LAT	D_ST_LON	D_ST_ALT	EQUIPO	INICIO	TERMINO	PERIODO	CEP	EPV	CR
2	V170063R	473620.693	1215.341	184908.99922	991501.31456	1207.733	0.004	0.009	0.018	LEICA GX1220	17:40	20:50	03:10	0.015	0.036	
3	V170288	473931.622	1250.270	184928.89888	991450.72008	1242.694	0.004	0.023	0.020	LEICA GX1220	13:28	17:20	03:52	0.034	0.040	
4	V170311	480778.994	1242.937	185013.64934	991056.80399	1235.656	0.002	0.010	0.009	LEICA GX1220	13:55	17:00	03:05	0.015	0.018	
5	V170316	479411.064	1197.929	184835.29304	991143.43392	1190.446	0.004	0.012	0.018	LEICA GX1220	16:26	19:35	03:09	0.019	0.026	
6	V170317	479378.760	1193.392	184813.10566	991144.51193	1185.872	0.003	0.014	0.013	LEICA GX1220	12:57	16:05	03:08	0.020	0.035	
7	V170319	478239.886	1201.332	184825.96955	991223.43645	1193.793	0.002	0.010	0.009	LEICA GX1220	13:48	17:00	03:12	0.015	0.018	
8	V170322	477901.632	1385.598	185230.60191	991235.29666	1378.463	0.003	0.014	0.013	LEICA GX1220	13:05	16:05	03:00	0.020	0.026	
9	V170323	478510.318	1413.906	185231.86314	991214.49407	1406.807	0.004	0.012	0.018	LEICA GX 1220	16:25	19:35	03:10	0.019	0.035	
10	V170328	480852.165	1374.783	185211.68466	991054.43074	1367.720	0.005	0.023	0.024	LEICA GX 1220	13:51	17:20	03:29	0.034	0.048	
11	V170329	481233.710	1374.979	185228.32365	991041.40798	1367.961	0.004	0.009	0.018	LEICA GX 1220	17:40	20:50	03:10	0.015	0.036	
12	318-19	459940.845	2828.141	190334.96975	992250.67746	2822.117	0.002	0.010	0.011	LEICA GX 1220	13:55	17:13	03:18	0.014	0.022	
13	V170254	474981.531	1701.855	185725.40772	991415.51831	1695.358	0.003	0.014	0.016	LEICA GX 1220	17:20	17:20	00:00	0.021	0.032	
14	V170261	477893.865	1561.591	185603.94013	991235.82819	1554.960	0.006	0.013	0.028	LEICA GX 1220	18:58	22:00	03:02	0.022	0.054	
15	V170297	475261.703	1246.486	185020.45599	991405.34490	1239.040	0.003	0.016	0.016	LEICA GX 1220	13:38	16:55	03:17	0.023	0.032	
16	V170300	475214.743	1280.185	185046.19089	991406.98544	1272.785	0.005	0.013	0.030	LEICA GX 1220	17:30	20:30	03:00	0.022	0.059	
17	V170312	480287.095	1218.571	184953.43772	991113.59032	1211.245	0.006	0.013	0.027	LEICA GX 1220	19:00	22:00	03:00	0.022	0.053	
18	V170313	480115.147	1216.367	184930.84481	991119.44052	1208.998	0.003	0.014	0.017	LEICA GX 1220	14:09	17:20	03:11	0.021	0.033	
19	V170325	479445.160	1401.804	185230.48626	991142.54067	1394.732	0.004	0.016	0.018	LEICA GX 1220	13:55	16:55	03:00	0.024	0.036	
20	V170327	480277.034	1348.564	185215.08304	991114.09116	1341.489	0.005	0.013	0.029	LEICA GX 1220	17:20	20:30	03:10	0.022	0.057	
21	V170344	471568.276	2613.285	190204.40794	991612.68562	2607.412	0.002	0.010	0.012	LEICA GX 1220	14:05	17:05	03:00	0.014	0.023	
22																
23																
24																
25	Resultados en la época de la Norma															
26																
27																
28																
29																

La Exactitud del posicionamiento Horizontal de un punto en el intervalo de confianza del 95% se expresa mediante la siguiente relación:

$$CEP_{95} = 1.2238 (\varphi + \lambda).$$

$$1.2238 * (\text{desv_std lat} + \text{desv_std long})$$

Ejemplo para el V170344

$$1.2238 * 0.002 + 0.010 = 0.014$$

La obtención del EPV se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$1.96 * \text{desv_std altura ellipsoidal}$$

Ejemplo para el V170344

$$1.96 * 0.012 = 0.023$$