Guía operativa de la **Red Geodésica Horizontal**

INEGI

40 AÑOS DE CONOCER MÉXICO

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Guía operativa de la Red Geodésica Horizontal

INEGI

40 AÑOS DE CONOCER MÉXICO

Obras complementarias publicadas por el INEGI sobre el tema:
Guía Metodológica de la Red Geodésica Horizontal 2017.

Catalogación en la fuente INEGI:

912.014 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).
Guía operativa de la Red Geodésica Horizontal / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2023.

ix, 51 p.

1. Geodesia - México.

Conociendo México

800 111 4634
www.inegi.org.mx
atencion.usuarios@inegi.org.mx

INEGI Informa **@INEGI_INFORMA**

DR © 2023, **Instituto Nacional de Estadística y Geografía**
Edificio Sede
Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301
Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes,
Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI,
Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas.

Presentación

El **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**, a través de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGMA), presenta la **Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal,** con el propósito de dar a conocer a todos los interesados las actividades para la captación, procesamiento y análisis de la información geodésica horizontal, que permiten generar la información que se ingresa en el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG).

Este documento describe los aspectos conceptuales más relevantes de la Red Geodésica Horizontal (RGH), así como las etapas operativas en campo y gabinete llevadas a cabo por el **INEGI** en los levantamientos geodésicos horizontales, los cuales a su vez permiten la determinación de coordenadas geográficas de objetos espaciales convenientemente seleccionados con respecto a un marco de referencia geodésico.

La determinación de posiciones en Estaciones Horizontales Pasivas (EHP) y Puntos para fines especiales (Pfe) se realiza con tecnología GNSS (*Global Navigation Satellite System*) como parte del mantenimiento y ampliación de la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP). La captación, procesamiento y análisis de datos GNSS se realiza bajo especificaciones normativas y procedimientos estandarizados, con el objetivo de asegurar que la información sea homogénea, compatible y comparable para su ingreso al SNIEG y, para disposición de los usuarios que requieran vincular sus proyectos a la Red Geodésica Nacional (RGN).

El **INEGI** revisa periódicamente este documento y lo actualiza conforme a los avances científicos y tecnológicos con el propósito de proveer a la sociedad información reciente, de calidad, veraz y oportuna.

Índice

Índice de tablas y figuras VII
Introducción IX

1. Aspectos generales 3
1.1 Sistema de referencia 3
1.2 Sistema Geodésico Nacional (SGN) 3
1.3 Antecedentes de la RGH 3
1.4 Marco legal 5
1.5 Normativa aplicable 5
1.6 Objetivo 5
1.7 Importancia de los levantamientos geodésicos horizontales 5

2. Marco conceptual 9
2.1 Definición de conceptos teóricos 9
2.2 Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) 11
2.2.1 Métodos de medición GNSS 11
2.2.1.1 Método estático 11
2.2.1.2 Método estático-rápido 12
2.2.1.3 Método cinemático 12
2.2.1.4 Método Real Time Kinematic (RTK) 12
2.2.2 Exactitud y precisión de posicionamiento 12

3. Actividades de la Red Geodésica Gravimétrica 17
3.1 Elaboración del proyecto 17
3.1.1 GNSS sobre Bancos de Nivel (GNSS/BN) 17
3.1.2 Pfe: Puntos de Control Terrestre (PCT) 19
3.1.3 Consideraciones previas al trabajo de campo 23
3.2 Actividades de campo 23
3.2.1 Localización 23
3.2.2 Levantamiento 26
3.2.2.1 Etapas para el levantamiento de campo 26
3.2.3 Elaboración del croquis 28
3.3 Actividades de gabinete 28
3.3.1 Procesamiento 28
3.3.2 Formato RINEX 29
3.3.2.1 Procesamiento diferencial o tradicional 30
3.3.2.2 Procesamiento riguroso 31
3.4 Análisis de resultados y validación 32

3.4.1 Control de gastos 33
3.4.2 Informe de ajustes 33
3.4.3 Informe de campo, de gabinete y acta de hechos 33
3.4.4 Formatos de identificación e imagen parcial 34
3.4.5 Fotografías y videos 34
3.4.6 Gráfico de distribución 34
3.4.7 Hojas de registro 34
3.4.8 Listado de puntos UTM 34
3.4.9 Archivos crudos 35
3.4.10 Capa vectorial para mapa digital 35
3.4.11 Tabla de integración de resultados 35
3.4.12 Oficios de asignación y entrega 35
3.4.13 Extras 35
3.5 Integración 36

Anexos 37
A Formatos de registro de observaciones GNSS 39
B Formato de identificación de Punto de Control Terrestre 45
C Tabla de atributo y resultados 48

Bibliografía 51

INEGI. Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal. 2023.

Índice de tablas y figuras

Tabla 1.	Configuraciones más frecuentes para mediciones con equipos GNSS	27
Tabla 2.	Instrucciones de llenado de formato de registro de observaciones GNSS	43
Tabla 3.	Instrucciones del formato de identificación del Punto de Control Terrestre	47
Tabla 4.	Integración de resultados del proyecto	48
Tabla 5.	Descriptores de identificadores contenidas en la tabla de resultados	48
Figura 1.	Uso de un equipo con tecnología GNSS	4
Figura 2.	Exactitud y precisión de mediciones GNSS	13
Figura 3.	Ejemplo de asignación GNSS/BN	18
Figura 4.	Captación de datos con GNSS sobre una placa de Banco de Nivel	18
Figura 5.	Ejemplos de área de interés	19
Figura 6.	Portada de un proyecto donde se puede observar la distribución de los PCT	20
Figura 7.	Formato de ubicación de detalle de PCT	20
Figura 8.	Asignación de nombre a PCT en formato 20K	21
Figura 9.	Asignación de nombre a PCT en área de interés	22
Figura 10.	Listado de PCT	22
Figura 11.	Áreas urbanas	25
Figura 12.	Planchas de concreto	25
Figura 13.	Esquinas de linderos	25
Figura 14.	Cruces de caminos	25
Figura 15.	Límites de vegetación	25
Figura 16.	Arbustos o matorrales	25
Figura 17.	Ubicación de equipo GNSS no idónea para la recepción de la señal satelital	26
Figura 18.	Archivo de observación GNSS	29
Figura 19.	Archivo de navegación GPS	30
Figura 20.	Procedimiento para el procesamiento GNSS considerando la deformación en el tiempo	32
Figura 21.	Formato de registro de observaciones con el uso de tripié	39
Figura 22.	Formato de registro de observaciones con el uso de baliza	40
Figura 23.	Formato de registro de observaciones con el uso de Tripié y Extensión	41

Figura 24. Formato de registro de observación para Tripié, Baliza y Extensión (reverso) 42
Figura 25. Formato de identificación de PCT o Estación Geodésica 45
Figura 26. Formato de identificación de Puntos de Control Terrestre (reverso) 46

Introducción

La **Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal** describe las actividades realizadas durante la captación, procesamiento y análisis de los levantamientos geodésicos horizontales. La Guía se divide y describe brevemente en los siguientes capítulos.

En el capítulo uno se abordan los aspectos generales del Sistema Geodésico Nacional (SGN), así como los antecedentes, marco legal, normativa aplicable, objetivos y otros aspectos fundamentales para la materialización de la Red Geodésica Horizontal (RGH).

En el capítulo dos, se describe el marco conceptual que da sustento a la obtención de coordenadas geográficas mediante tecnología GNSS. Además, se mencionan los métodos de levantamiento que se utilizan para llevar a cabo dicha actividad.

El capítulo tres expone las actividades de campo y gabinete que se siguen para la generación de Estaciones Horizontales Pasivas (EHP) y Puntos para Fines Especiales (Pfe) mediante el uso de tecnología GNSS.

En los anexos se presentan formatos e instructivos de llenado utilizados por el **INEGI** que son auxiliares en los levantamientos de EHP y Pfe, los cuales pueden ser útiles para los usuarios que realicen este tipo de actividades.

En suma, esta guía proporciona una visión clara y concisa sobre la importancia y utilidad de las EHP y Pfe dentro del contexto del Subsistema Nacional de Información Geográfica, Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial y Urbano para contribuir a la generación continua de información geográfica y estadística a través del Marco de Referencia Geodésico (MRG).

INEGI. Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal. 2023.

INEGI. Red Geodésica Nacional. SNIEG. Información de Interés Nacional.

1. Aspectos generales

1. Aspectos generales

1.1 Sistema de referencia

Se define como el conjunto de prescripciones y convenciones con el objetivo de definir un sistema de ejes coordenados para la ubicación de puntos con respecto a un origen, incluyendo el establecimiento de las unidades de medida. La materialización de un sistema de referencia se conoce como marco de referencia.

Un marco de referencia preciso y su correcta aplicación permiten que la información estadística y geográfica pueda ser comparable en el tiempo y el espacio. Para ello es necesario tomar en cuenta el conjunto de conceptos, tecnologías, instrumentos científicos, normas y servicios de información en la materia, recursos informáticos, materiales y humanos, empleados en su construcción y mantenimiento.

1.2 Sistema Geodésico Nacional (SGN)

Es el conjunto de Especificaciones Técnicas contenidas en la Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional y su materialización se denomina **Marco de Referencia Geodésico** (MRG), el cual incluye las redes geodésicas horizontal, vertical y gravimétrica que en su conjunto integran la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP); con el objetivo de garantizar la referencia de los datos y productos estadísticos y geográficos generados por las Unidades del Estado que integran el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) de manera homogénea, compatible y comparable; tomando en cuenta las mejores prácticas internacionales.

El SGN en su vertiente horizontal adopta el Marco de Referencia Terrestre Internacional, definido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre y de Sistemas de Referencia (IERS, por sus siglas en inglés) para el año 2008 con datos de la época 2010.0 denominado **ITRF08 época 2010.0**, el cual está asociado al elipsoide definido en el Sistema de Referencia Geodésico de 1980 (GRS80, por sus siglas en inglés).

La **Red Geodésica Horizontal** (RGH) está representada por un conjunto de Estaciones Horizontales Pasivas (EHP) situadas sobre la superficie del territorio nacional, que tienen valores de posición con respecto al elipsoide de referencia establecido por el GRS80, es decir, latitud, longitud y altura geodésica. El valor de posición de cada una de las EHP pertenecientes a la RGH está a disposición del público en general a través del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG).

1.3 Antecedentes de la RGH

La RGH se ha desarrollado como parte del SGN, no obstante, es hasta la segunda mitad del siglo XX que adquiere un estatus de primer orden por su fuerte incidencia en el desarrollo de la cartografía nacional. De esta forma se pueden mencionar los trabajos realizados por la Comisión de Estudios del Territorio

Nacional y Planeación (CETENAP) y algunas otras instituciones gubernamentales nacionales, que inicialmente contaron con el apoyo del Servicio Geodésico Interamericano (IAGS, por sus siglas en inglés).

En un principio, los levantamientos estuvieron caracterizados por el empleo de sistemas de triangulación geodésica acompañados por medición de bases y orientaciones astronómicas con teodolitos de alta precisión, para después pasar a los equipos de medición electrónica de distancias y, a los sistemas de trilateración y poligonales geodésicas. Posteriormente, con la llegada de los 90, el posicionamiento Doppler impulsó la adopción de un nuevo sistema de referencia, para después, con la consolidación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) producirse un cambio radical que sustituyó a las metodologías tradicionales.

A este respecto, el INEGI inició su etapa de modernización geodésica con la adquisición de receptores GPS en los años 90, los cuales permitieron realizar levantamientos cuyos resultados superaban las exactitudes obtenidas con equipos y métodos antiguos. Actualmente, el INEGI trabaja con tecnología GNSS la cual proporciona mediciones con mejor calidad, oportunidad, homogeneidad y comparabilidad (Figura 1).

Uso de un equipo con tecnología GNSS Figura 1

Fuente: INEGI.

1.4 Marco legal

De acuerdo con el artículo 26, apartado B de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en donde se establece que «El Estado contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica» el Instituto es el responsable de normar y coordinar dicho sistema, el cual, a su vez, provee a los usuarios información de la Red Geodésica Nacional sustentada y regulada por los artículos 2 (fracción XI), 26 (Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente), 65 (Fracción III), 78 (apoyo a la generación de Información de Interés Nacional), 99 (párrafo IV) de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG) y, 11 y 12 (Capitulo II, Sobre la Fase de Documentos de las Necesidades) de la Norma Técnica de Proceso de Producción de Información Estadística y Geográfica.

1.5 Normativa aplicable

Las Estaciones Horizontales Pasivas de la RGH deben apegarse a las normas técnicas que para el efecto se han publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

- Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos de 1985, reformadas en abril de 1998 [1].
- Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional, publicada el 23 de diciembre de 2010 [2].
- Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional, publicada el 23 de diciembre de 2010 [3].
- Diccionario de Datos Geodésicos, publicado en 2017 [4].
- Norma Técnica sobre la Elaboración de Metadatos Geográficos, publicada el 23 de diciembre de 2010 [5].
- Norma Técnica del Proceso de Producción de Información Estadística y Geográfica para el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, publicada el 5 de agosto de 2018 [6].

1.6 Objetivo

Generar y proporcionar coordenadas geográficas de EHP y Puntos para fines especiales (Pfe), correspondientes a la RGH, como parte del grupo de datos del Marco de Referencia Geodésico, conforme al artículo 26 y 99 de la LSNIEG, mediante la aplicación de metodologías comprobadas y sustentadas en estándares internacionales, con el objeto de que los usuarios vinculen sus estudios geográficos a dicha red.

1.7 Importancia de los levantamientos geodésicos horizontales

La importancia de los levantamientos geodésicos horizontales bajo estándares nacionales e internacionales, radica en dar soporte a los estudios del Marco de Referencia Horizontal, para que los usuarios puedan vincular sus proyectos a dicho marco dentro del territorio nacional y más allá de sus fronteras, permitiendo que los productos sean comparables a través del tiempo.

Lo anterior, mediante la determinación de coordenadas geográficas, lo cual permite modelar cualquier parte del territorio nacional y generar información geoespacial. Esta información es útil para aplicaciones sociales, económicas, políticas, de conservación del medio ambiente y aprovechamiento de recursos del espacio aéreo, terrestre y marino, entre otras.

Los levantamientos geodésicos horizontales pueden incluir o no el establecimiento de marcas físicas, identificadas con una placa metálica alojada en monumentos o empotradas sobre rocas u obras de infraestructura, las cuales cuando se establecen físicamente se procura su permanencia y estabilidad.

Los datos de EPH y Pfe deberán estar documentados con metadatos apegados a las disposiciones mínimas para promover su armonización y homogeneidad con base en la Norma Técnica sobre Elaboración de Metadatos Geográficos [5].

Los datos de coordenadas geográficas, en concordancia con la LSNIEG, se ponen a disposición de los usuarios con el objeto de que sus estudios geográficos se vinculen a la Red Geodésica Nacional.

2. Marco conceptual

2. Marco conceptual

La Red Geodésica Horizontal (RGH) proporciona a los usuarios datos e información geodésica conforme a sus características, a través de la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP) y la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA). La RGNP está constituida por estaciones geodésicas materializadas sobre el terreno con una placa empotrada o monumentada que identifica a cada de una de ellas. Dichas estaciones geodésicas se encuentran distribuidas a lo largo de la República Mexicana y se clasifican en tres capas de interés: Red Geodésica Vertical, Red Geodésica Horizontal y Red Geodésica Gravimétrica.

Por su parte, la RGNA está compuesta por 31 estaciones de operación permanente que registran datos GNSS y se encuentran distribuidas estratégicamente en el territorio nacional; tales estaciones materializan el Marco de Referencia Geodésico en su vertiente horizontal y proporcionan servicios de posicionamiento geodésico a los usuarios y coordenadas de la más alta exactitud posicional en el país.

De acuerdo con lo anterior, la RGH capta, procesa y analiza coordenadas geográficas determinadas con equipo GNSS para la determinación de Estaciones Horizontales Pasivas y Puntos para fines especiales.

El siguiente apartado menciona los conceptos más utilizados en la RGH, los cuales proveerán una mayor comprensión de las actividades realizadas por el INEGI durante los levantamientos geodésicos horizontales, así como un panorama general acerca de la utilidad de la información generada.

2.1 Definición de conceptos teóricos

Ambigüedad. Es el número entero de ciclos o longitudes de onda desconocidos de la fase portadora (entre satélite y receptor).

Desviación estándar (σ). Medida de dispersión, alrededor del promedio o valor más probable de una cantidad evaluada normalmente mediante la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

En donde:

X = valor de cada una de las observaciones,
$\bar{X}$ = promedio de dichas observaciones y,
n = cantidad de observaciones.

Estación Horizontal Pasiva (EHP). Es una ubicación que puede estar representada con una placa metálica empotrada en un monumento, estructura o sitio natural o como parte de una estructura, con coordenadas determinadas por mediciones geodésicas con respecto a un marco de referencia especificado[1]. Su cobertura espacial es nacional y la cobertura temporal es desde 1992 hasta la fecha.

Geodesia. Es la disciplina que se ocupa de la medición y representación de la tierra, incluido su campo de gravedad, en un espacio tridimensional variable en el tiempo [7].

Levantamiento geodésico. Es 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.

En los levantamientos geodésicos horizontales con tecnología GNSS se generan valores de latitud, longitud y altura elipsoidal [1]:

- Latitud geodésica o latitud (φ): es el ángulo que la normal al Elipsoide en un punto cualquiera forma con el plano del Ecuador, es positivo si está dirigido hacia el Norte.
- Longitud geodésica o longitud (λ): es el ángulo diedro comprendido entre el meridiano de referencia terrestre y el plano del meridiano que contiene el punto, es positivo si está dirigido hacia el Este.
- Altura geodésica (h) o altura elipsoidal: es 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.

Prueba de Chi cuadrada. Una prueba estadística general del ajuste de red. Es una prueba de la suma de los cuadrados de ponderación de los residuales, el número de grados de libertad y una probabilidad crítica del 95 por ciento o mayor.

Punto de Control Terrestre (PCT). Es una posición sobre la superficie terrestre en relación con una imagen de percepción remota, representada por coordenadas geográficas (latitud, longitud y altura elipsoidal) o coordenadas de proyección UTM (norte y este), determinadas por mediciones geodésicas con respecto a un marco de referencia y, altura ortométrica obtenida a partir de la altura elipsoidal ajustada, utilizando un modelo geoidal para su cálculo.

Puntos para fines especiales (Pfe). Ubicación con valores de coordenadas tridimensionales, obtenidas por métodos geodésicos, referidas a un lugar convenientemente elegido en el terreno y correlacionado en una imagen de percepción remota, que puede o no estar definida por una placa metálica, para utilizarse en el proceso de aerotriangulación fotogramétrica o para fines de evaluación de la calidad de productos geográficos y/o cartográficos.

[1] Acervo de la RGNP, visitar: www.inegi.org.mx.

2.2 Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

Es un grupo de constelaciones de satélites de diferentes agencias espaciales que transmite frecuencias de señales electromagnéticas utilizadas para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire.

El primer sistema global de navegación fue el GPS, establecido por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América; estos sistemas consisten básicamente en la emisión extremadamente precisa de señales electromagnéticas y el empleo de la velocidad de la luz para determinar distancias desde satélites que orbitan la Tierra. Este sistema sustituyó a todas las tecnologías anteriores por su alta precisión y economía en tiempo para la medición de posicionamiento terrestre.

En general, los GNSS constan de tres componentes:

- Componente espacial. Constelación de satélites en órbita (GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou). Al menos cuatro satélites son visibles todo el tiempo en cualquier posición sobre la superficie terrestre (de cinco a siete en la mayoría de los casos).
- Componente de control. Se refiere a estaciones en tierra responsables del monitoreo y control del sistema, determinación del tiempo GPS, predicción de las efemérides y comportamiento del reloj del satélite; así como de actualizar el archivo de navegación para cada satélite.
- Componente usuario. Engloba todos los tipos de receptores GNSS que emplean los usuarios para la obtención de posicionamiento y/o tiempo preciso a partir de señales satelitales.

2.2.1 Métodos de medición GNSS

El posicionamiento relativo para la determinación precisa de coordenadas de puntos desconocidos depende de las características del proyecto, equipo de medición disponible, resultados buscados, entre otros aspectos. Con base en lo anterior se puede aplicar alguno de los métodos siguientes:

2.2.1.1 MÉTODO ESTÁTICO

En términos generales, consiste en mediciones de diferencia de fase de dos o más receptores que simultáneamente rastrean varios satélites de manera común, un receptor o varios, tienen una posición ya conocida ligada a un marco de referencia oficial, el otro receptor o receptores se ubican en sitios convenientemente elegidos para obtener sus coordenadas. Las precisiones que se logran para este método con los equipos que utiliza el INEGI son: 3 mm + 0.1 ppm en Horizontal y 3.5 mm + 0.4 ppm en Vertical [8].

Este método requiere un análisis de distancia(s) entre receptores por efectos tales como: curvatura terrestre, ionosféricos, troposféricos, por obstrucciones, de multitrayectoria, entre otros; que pueden presentarse entre la estación o estaciones base y los receptores (conocidos también como móviles) a los que se les determinará la posición. En función de los aspectos anteriores y otras necesidades de cada proyecto se determina el tiempo de observación, el ángulo e intervalo de grabación, valores de Dilución Geométrica y de Posición de Precisión (GDOP/PDOP).

2.2.1.2 MÉTODO ESTÁTICO-RÁPIDO

Este método es para proyectos en los que los traslados entre puntos no representan mucho tiempo y son distancias más cortas. Se emplean dos receptores, uno como base sobre un punto cuyas coordenadas están ligadas a la Red Geodésica Nacional; el otro receptor (móvil) se coloca sobre el punto a medir por cierto intervalo de tiempo, se observa, almacena datos y traslada a otro punto. El tiempo de observación se incrementa por cada kilómetro que el móvil se aleja de la estación base. Las precisiones alcanzadas para este método con los equipos que usa el Instituto son: 3 mm + 0.5 ppm en Horizontal y 5 mm + 0.5 ppm en Vertical [8].

Durante el levantamiento es importante que los datos sean registrados estrictamente en forma simultánea entre la base y los móviles.

2.2.1.3 MÉTODO CINEMÁTICO

En este método el receptor móvil siempre está en constante movimiento, posicionando una trayectoria y puntos sobre esta; de igual forma, el receptor base debe estar posicionado en una estación de referencia de coordenadas conocidas. Las precisiones alcanzadas para este método con los equipos usados en el Instituto son: 8 mm + 1 ppm en Horizontal y 15 mm + 1 ppm en Vertical [8].

Las técnicas más conocidas son *Stop & Go* o semicinématico, el cual debe reiniciarse cuando pierde la señal con las obstrucciones y *On The Fly* (OTF) que se reinicia de manera automática al recibir la suficiente cobertura; las correcciones se hacen en el post proceso.

2.2.1.4 MÉTODO REAL TIME KINEMATIC (RTK)

El posicionamiento RTK se basa en la solución de la portadora de las señales transmitidas por los sistemas globales de navegación por satélites. La estación base genera y transmite las correcciones diferenciales para las estaciones móviles en tiempo real, las cuales determinan sus posiciones con precisión. Las precisiones alcanzadas para este método con los equipos que maneja el INEGI son: 8 mm + 0.5 ppm en Horizontal y 15 mm + 0.5 ppm en Vertical [8].

2.2.2 Exactitud y precisión en el posicionamiento[2]

La exactitud es el grado de cercanía de una medida respecto a un valor reconocido como verdadero, mientras que la precisión proporciona una medida de la tendencia de un conjunto de valores aleatorios en un punto (Figura 2). Se debe tener presente que los resultados en los valores de cualquier medición con tecnología GNSS deben tener equilibrio en exactitud y precisión.

Calidad de los levantamientos:

a) Exactitud en el Posicionamiento Horizontal. Para cumplir este requerimiento se utiliza el Círculo de Error Probable (CEP) que es el estadístico empleado para representar la Exactitud de

[2] Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional [3].

INEGI. Red Geodésica Nacional. SNIEG. Información de Interés Nacional.

INEGI. Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal. 2023.

Posicionamiento Horizontal de un punto en el intervalo de confianza del 95 %; se expresa mediante la siguiente relación:

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

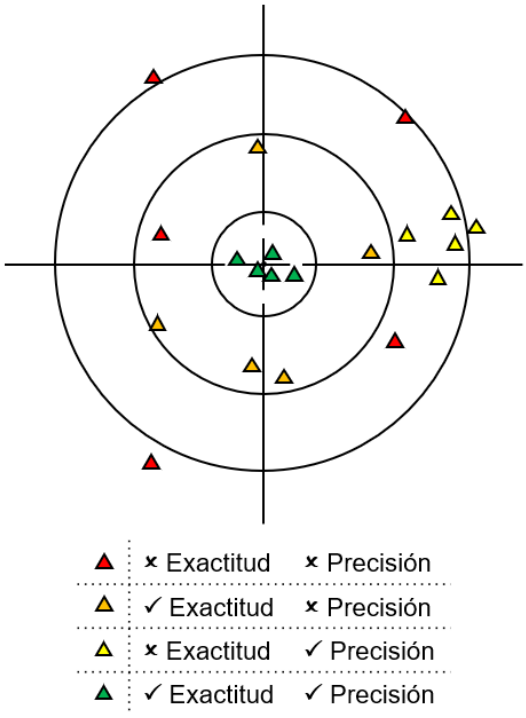
En donde:

$\sigma\varphi$ = desviación estándar de la latitud, en metros.
$\sigma\lambda$ = desviación estándar de la longitud, en metros.

b) Exactitud en el Posicionamiento Vertical (EPV). Se trata del 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 por un factor de expansión de 1.9600:

$$EPV = 1.9600\sigma$$

Exactitud y precisión de mediciones GNSS Figura 2



Fuente: INEGI.

3. Actividades de la Red Geodésica Horizontal

3. Actividades de la Red Geodésica Horizontal

Consisten en establecer y conservar una red de puntos obtenidos con equipos GNSS con el objetivo de determinar su posición geográfica tridimensional mediante métodos comprobados de medición y bajo estándares de exactitud posicional. Esta información provee de insumos primordiales a proyectos cartográficos y de georreferencia particular.

La presente guía se orienta principalmente a levantamientos geodésicos para generar Estaciones Horizontales Pasivas (EHP) y Puntos para fines especiales (Pfe) que se realizan en el INEGI como parte de la generación del grupo de datos señalados en el artículo 26 de la Ley del SNIEG. Sin embargo, en términos generales, la misma metodología es aplicable a otros tipos de levantamientos que requieren el uso de tecnología GNSS.

3.1 Elaboración del proyecto

Tienen la finalidad de diseñar la obtención de datos e información geodésica útiles para georreferenciar objetos espaciales y fenómenos de interés de acuerdo con la naturaleza específica de cada proyecto.

La elaboración de un proyecto puede incluir captación de datos sobre Estaciones Verticales (EV)[3] o Bancos de Nivel (BN) establecidos físicamente, los cuales pueden instalarse mediante monumentos o mojoneras[4], o bien, llevar a cabo la ubicación de Pfe sobre el terreno que pueden representarse en productos cartográficos digitales conforme a las necesidades de cada proyecto.

3.1.1 GNSS sobre Bancos de Nivel (GNSS/BN)

El programa de trabajo denominado GNSS sobre Bancos de Nivel tiene como objetivo el mantenimiento y densificación de la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP). Al mismo tiempo, la medición de los BN permite actualizar la base de datos y conocer su condición, la cual puede ser buena, destruida o no localizada.

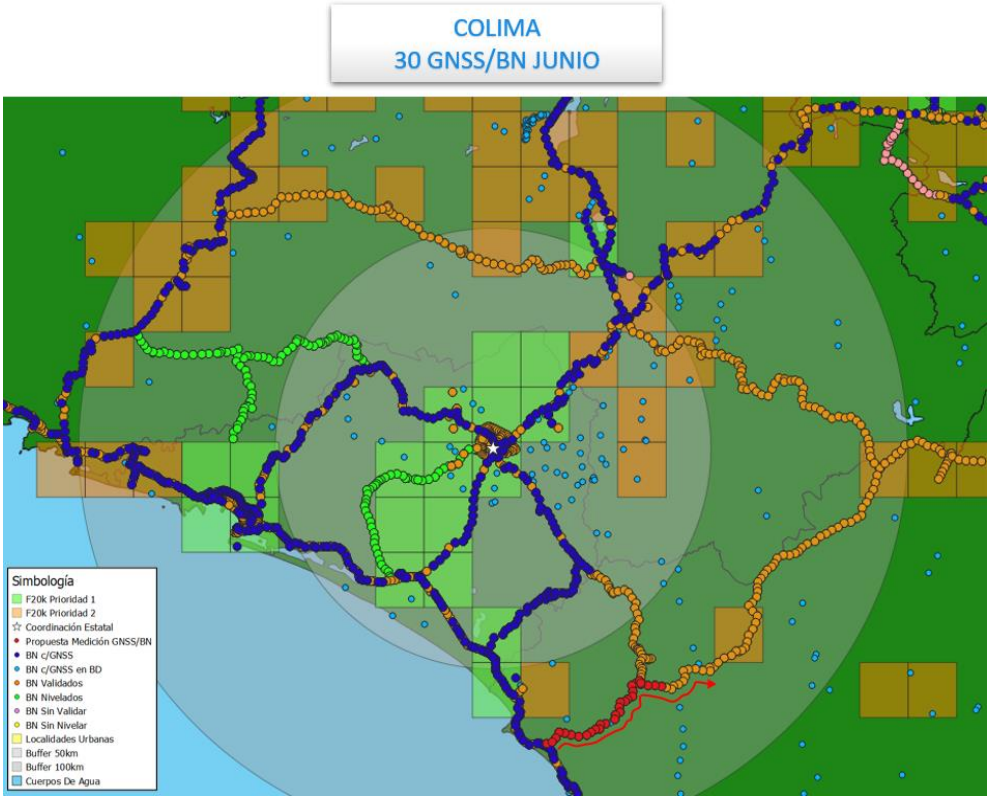
Como punto de partida se seleccionan los BN (Figura 3) que deberán asignarse para captar los datos GNSS (Figura 4). El personal de campo deberá verificar que las marcas sean aptas para medición, es decir, que no presenten obstrucciones o restricciones de acceso.

Al término de esta actividad se obtienen las coordenadas precisas de las marcas físicas de líneas, circuitos o densificaciones de nivelación en el orden del decímetro. Posteriormente, se incorporan a la RGNP.

[3] Estación Vertical (EV) o Banco de Nivel (BN) es una ubicación representada por una placa empotrada en un monumento, estructura o sitio natural, con datos de elevación o altura determinada por mediciones geodésicas con respecto a un nivel de referencia.

[4] Ver apartado de Monumentación en la Guía Operativa de la Red Geodésica Vertical [9].

Ejemplo de asignación GNSS/BN Figura 3



Fuente: INEGI.

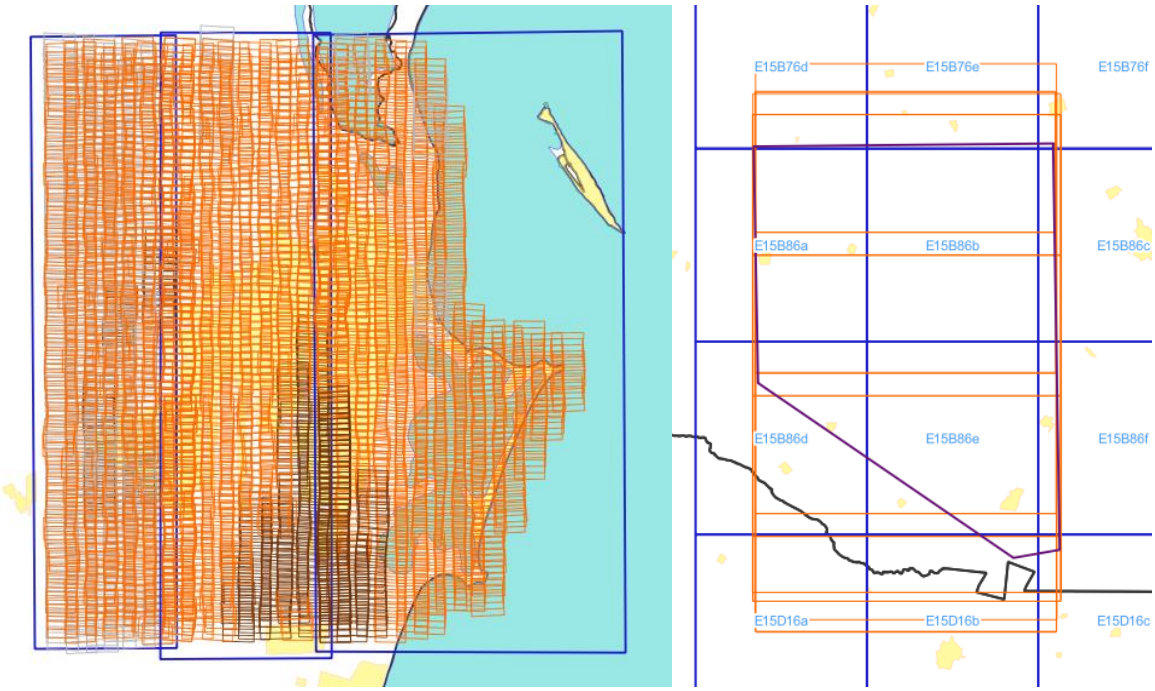
Captación de datos con GNSS sobre una placa de Banco de Nivel Figura 4

Fuente: INEGI.

3.1.2 Pfe: Puntos de Control Terrestre (PCT)

A continuación, se presenta un segundo ejemplo, en el que pueden existir marcas físicas o no, dentro del proyecto. La distribución de los PCT se realiza sobre el área de interés (Figura 5) de la zona de cubrimiento de las imágenes digitales;[5] la cual puede estar integrada por uno o más formatos cartográficos, en este caso en la escala 1:20 000.

Ejemplos de área de interés Figura 5



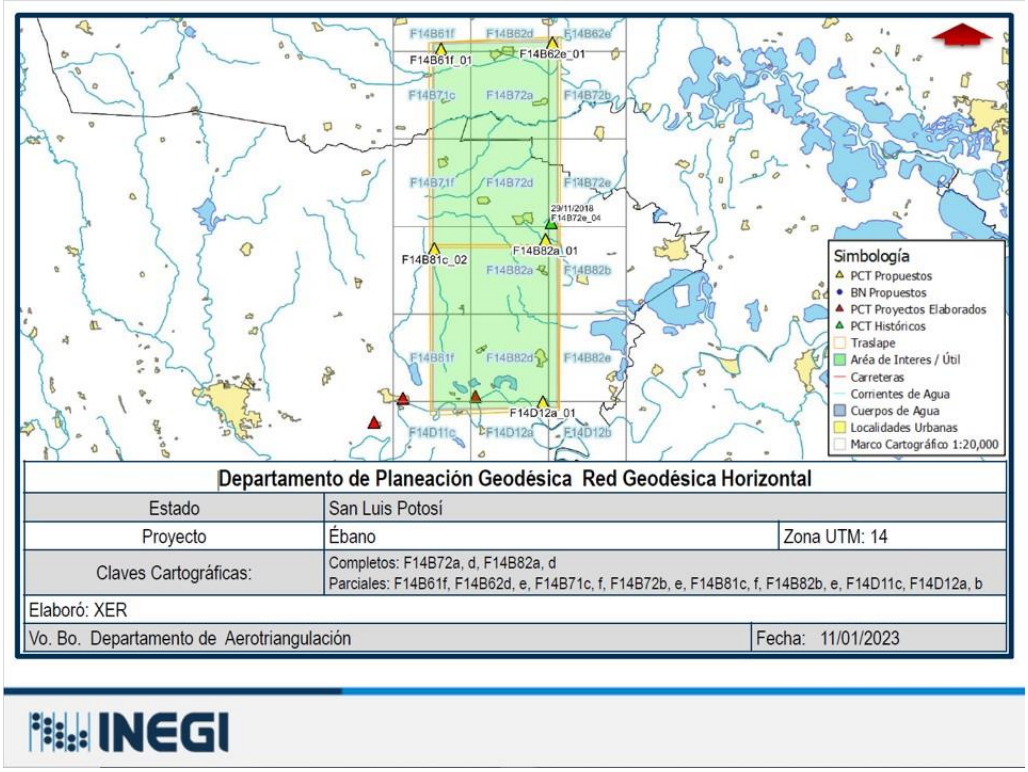
Fuente: INEGI.

Los puntos se ubican en los extremos superior e inferior del área de interés o en su defecto lo más cercano a ellos (cuatro puntos) y en el caso de un litoral o zona fronteriza se proyectan al menos tres puntos (Figura 6) privilegiando la zona de traslape. Posteriormente, se indica la ubicación del detalle o detalles del PCT a medir, así como la clave o nombre (Figura 7).

En los proyectos de imágenes satelitales, la clave del PCT la indicará el formato 1:20 000 (20k) en el que se encuentra, la cual deberá ser un consecutivo de los PCT históricos y se iniciará de izquierda a derecha y, de arriba hacia abajo. Por ejemplo, en el proyecto “Morelia” en el estado de Michoacán, intervienen los formatos E14A22c, E14A23a y b. Se proyectan dos PCT que están en el formato E14A22c, sin embargo, ya existe un PCT histórico de noviembre de 2014 con la clave “E14A22c_01”, por lo cual el nombre del consecutivo para los dos PCT nuevos será: “E14A22c_02 y E14A22c_03” (Figura 8).

[5] Se entenderá por imágenes digitales a las imágenes satelitales de muy alta resolución y fotografías aéreas.

Portada de un proyecto donde se puede observar la distribución de los PCT Figura 6

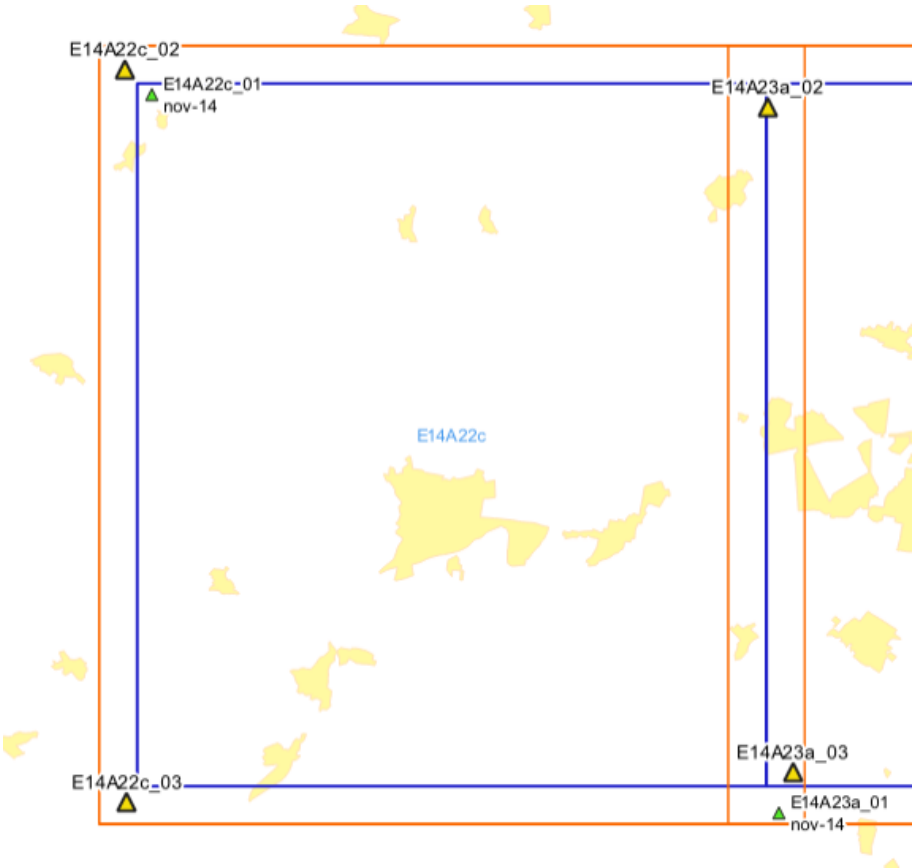


Fuente: INEGI.

Formato de ubicación de detalle de PCT Figura 7

Fuente: INEGI.

Asignación de nombre a PCT en formato 20K Figura 8



Fuente: INEGI.

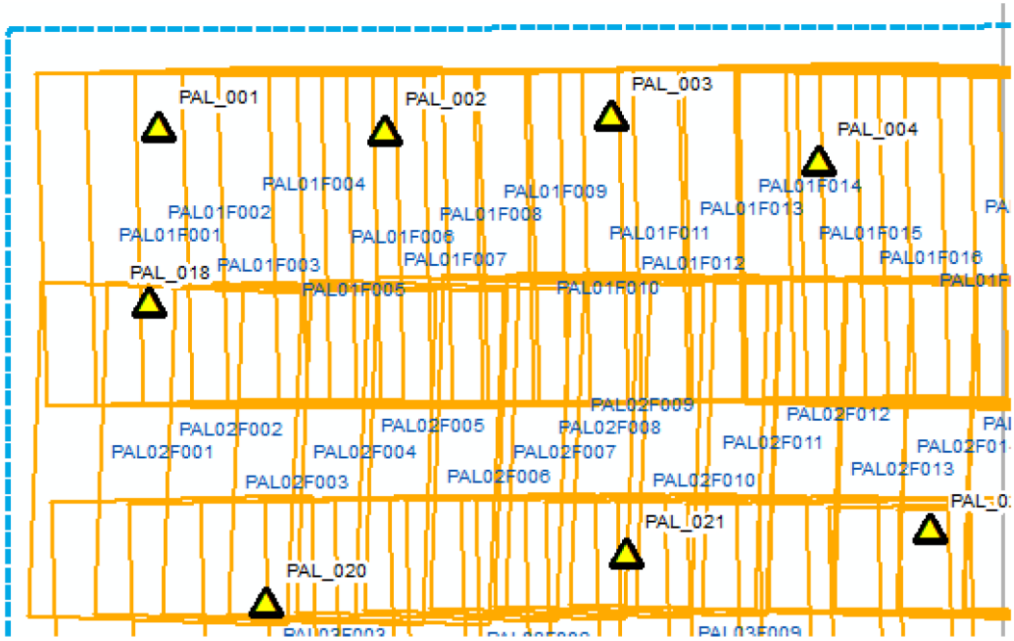
Para dar nombre a los PCT en proyectos con fotografías aéreas en donde existen demasiados PCT en un mismo formato 20k, se tomarán las primeras tres letras del nombre del área de interés; posteriormente, se escribe un guion bajo y por último un consecutivo de tres dígitos siguiendo el orden en que se tomaron las imágenes digitales y líneas de vuelo. Por ejemplo, para el polígono Palenque, las líneas de vuelo fueron de norte a sur, la toma de imágenes digitales fue de izquierda a derecha, por consiguiente, la nomenclatura correcta es: PAL_001, PAL_002, PAL_003, etcétera.

La calidad de un PCT para triangulación aérea depende del punto seleccionado y de su ubicación precisa en la imagen. Por lo que el rasgo en la imagen digital (satelital o aérea) debe corresponder a lo observado físicamente en el terreno (correlación). Se debe tener en consideración la temporalidad de la imagen, ya que pueden existir detalles observables en ella, pero que en campo no son localizados debido a una acción antrópica o evento natural que ha modificado el lugar y solamente se puede percatar de ello al momento de realizar los trabajos.

Por último, se genera un listado de PCT, útil para identificar el nombre o clave, la imagen digital empleada en la elaboración del proyecto y si es aplicable, el formato escala 1:20 000 al que pertenece, así como, el número de puntos de los que se compone el proyecto y, dado el caso dos Bancos de Nivel que intervengan.

Asignación de nombre a PCT en área de interés

Figura 9



Fuente: INEGI.

Listado de PCT

Figura 10

RESUMEN DE PROYECTO
El Naranjo, Campeche
E15B86b (Completa) | E15B76d, e, f, E15B86a, c, d, e, f, E15D16a, b, c (Parciales)
Regular

	PCT	CLAVE DE LA IMAGEN DIGITAL	CUADRANTE 20K
1	E15B86a_01	19DEC05170020-S2AS_R1C1-25690-FUS_100_4_scl	E15B86a
2	E15B86c_02	19DEC05170020-S2AS_R1C1 25690 FUS_101_4_scl	E15B86c
3	E15B86e_01	19DEC05170020-S2AS_R2C1 25690 FUS_102_4_scl	E15B86e
4	E15D16a_01	19DEC05170020-S2AS_R4C1 25690 FUS_103_4_scl	E15D16a
5	E15D16b_01	19DEC05170020-S2AS_R4C1 25690 FUS_104_4_scl	E15D16b

	BN	CLAVE DE LA CARTA 1:50,000	CUADRANTE 20K
1	BN912009	E15B86	E15B86f
2	V04632	E15D16	E15D16b

No. De PCT proyectadas:	5
Bancos de Nivel:	2
No. de imágenes digitales:	5
Imágenes MSI	Sí
RGB	Sí
PAN	Sí
Entrega:	
Fecha de toma:	675
Fecha de depósito:	05-dic-19
	03-oct-21

Proyectó: Xochitl Estrada Ramírez
Revisó: Martin Rico García

INEGI

Fuente: INEGI.

3.1.3 Consideraciones previas al trabajo de campo

El personal tendrá la responsabilidad de revisar que el equipo geodésico para campo esté completo y funcionando correctamente. Se debe verificar la carga de las baterías, la capacidad de la memoria, la configuración, los parámetros, entre otros.

A continuación, se presenta un listado de los elementos que integran el equipo geodésico y que son necesarios para un levantamiento en campo.

- Receptor
- Antena (RTK)
- Controlador
- Baterías recargables
- Tarjeta de memoria
- *Laptop*
- Tripié
- Base nivelante
- Adaptador de rosca de punta
- Bípode
- Baliza con nivel de burbuja
- Cargador de baterías
- Extensión
- Soporte para controlador
- Flexómetro
- Cables de interfaz
- Estuche de alto impacto
- Mochila
- Navegador
- Batería externa

Previo a la salida de campo, se deberá realizar un análisis de las rutas y alternativas a utilizar para localizar la Estación Geodésica o PCT, con la finalidad de optimizar recursos.

Las brigadas de campo están conformadas por dos integrantes: el responsable de la brigada y un brigadista. Estos deberán conocer e implementar las medidas de seguridad pertinentes, con la finalidad de prevenir y proteger su integridad física, bienes materiales e información. Asimismo, establecer comunicación con las autoridades correspondientes y coordinar el desarrollo de las actividades con las Unidades del Estado. Por último, el uso de indumentaria e identificación del Instituto es obligatoria con el propósito de que el brigadista pueda ser plenamente identificable.

3.2 Actividades de campo

3.2.1 Localización

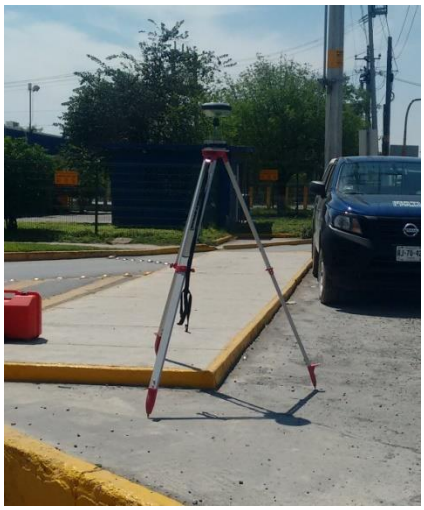
Para la ubicación de PCT o Estaciones Geodésicas se utilizarán formatos cartográficos digitales e imágenes digitales del área de interés, así como el croquis y la descripción de la Estación Geodésica. Se requiere que la cartografía sea consultada frecuentemente para llegar con certeza al lugar de la medición.

Siguiendo el plan de trabajo se debe efectuar lo siguiente:

- Consultar las coordenadas aproximadas del vértice a trabajar (si fuera el caso, programar la ruta en un navegador) conforme al análisis del proyecto.

- Solicitar información sobre las condiciones en que se encuentran las vías de comunicación y la seguridad (con personas residentes de la región), en su caso hacer consultas por otros medios distintos a las autoridades de la zona.
- Ubicar un punto de partida en el formato cartográfico y en la imagen digital (ya sea una construcción o cruce de caminos).
- A medida que se recorra la zona, identificar los detalles que se consideren de interés (carreteras, vías de ferrocarril, ríos, canales, construcciones de importancia, curvas pronunciadas, etc.) y obtener las distancias en la carta (usando escalímetro, regla convencional o navegador) de punto a punto y comparar las lecturas obtenidas con el registro del odómetro del vehículo.
- En caso de que sea necesario, continuar el recorrido a pie extremando los cuidados del personal y bienes institucionales, así como identificar la máxima cantidad de detalles dentro de la zona. A efecto de garantizar la localización del sitio, es deseable encender momentáneamente el receptor GNSS anotando las coordenadas puntuales y ubicarlas en la cartografía.
- En caso de no llegar a la zona marcada en el proyecto debido al estado del terreno, por falta de accesos, inundaciones, problemas políticos o de cualquier índole, se deberá solicitar el apoyo de las autoridades correspondientes e intentar llegar al lugar caminando, a caballo, en lancha u otro medio de transporte viable.
- En caso de no poder llegar a la zona marcada y haber realizado un recorrido largo (en tiempo y distancia) es recomendable establecer un nuevo punto para aprovechar el esfuerzo realizado (el cual podría ser de ayuda) y no tener que volver al sitio que se tornó inaccesible. Una vez agotadas todas las instancias para resolver el problema, se debe elaborar un reporte de las acciones realizadas.
- Hay que asegurar que la zona permita la observación con equipo GNSS.
- Elaborar el croquis con el mayor detalle posible del lugar seleccionado y ser considerablemente cuidadosos con la identificación precisa de la ubicación de la estación o PCT seleccionado.
- A efecto de orientar y coadyuvar con la selección del detalle e identificar y posicionar con GNSS se deberán seleccionar lugares que no presenten obstáculos para visualizarlos en la imagen (ver ejemplos en Figuras 11 a la 16). Asimismo, evitar lugares que obstruyan las señales satelitales, de acuerdo con la altura del receptor y la configuración de elevación para la recepción de la señal; así como efectos multitrayectoria.
- En zonas de vegetación densa y donde no se encuentren detalles para realizar la identificación y medición del vértice, se debe cambiar de lugar y buscar algún detalle, procurando no alejarse del área programada.
- Se recomienda el posicionamiento en esquinas de cortinas de presas y, confluencias de corrientes y ríos (zonas de ribera).
- En los PCT ubicar los vértices de acuerdo con el detalle que se observa en la imagen.
- En zonas de costa, ubicar los vértices en rasgos como muelles, esquinas de rompeolas, escalinatas, rocas aisladas o detalles que sobresalen en la costa que no los afecte la marea.
- Respetar en lo posible la distribución e identificación de los PCT establecidos en el proyecto.
- Elaborar el perfil de la antena registrando la altura siempre al terreno, acotando las distancias medidas para definir la altura vertical.
- Adicionalmente, es importante evitar la ubicación sobre construcciones (techos, bardas, cercas) o en arena, así como junto a árboles o construcciones altas, debido a que la sombra proyectada es diferente para cada imagen y puede afectar su correcta ubicación en el proceso de triangulación (Figura 17).

Figura 11. Áreas urbanas



Elementos estructurales como: esquinas de banquetas, jardineras, vértices de andadores, etcétera.

Figura 12. Planchas de concreto

Detalles a nivel de piso como canchas deportivas, cisternas, accesos, etcétera.

Figura 13. Esquinas de linderos

Postes de maderas o muros de piedra seca.

Figura 14. Cruces de caminos

En cruces de caminos ubicarlos en la intersección (preferentemente de ángulos rectos) de acuerdo con el detalle observado en la imagen y no al centro de la intersección.

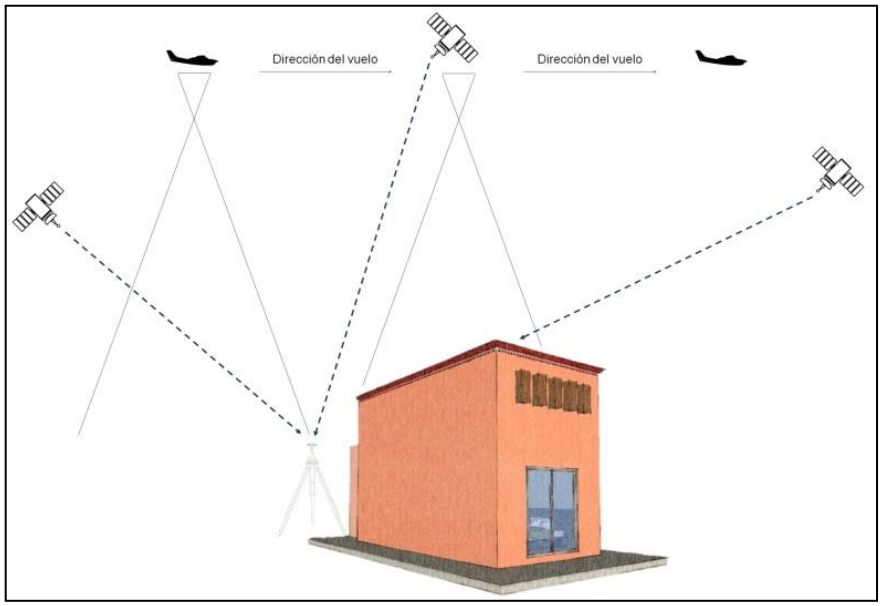
Figura 15. Límites de vegetación

Lugares donde los límites de la vegetación formen un ángulo que permita ver el vértice formado por los lados adyacentes.

Figura 16. Arbustos o matorrales

En arbustos o matorrales que puedan identificarse en la imagen y hagan contraste con el terreno (nivel de piso a 0.45 m máximo). Colocar el equipo al centro del rasgo.

Ubicación de equipo GNSS no idónea para la recepción de la señal satelital Figura 17



Fuente: INEGI.

3.2.2 Levantamiento

El levantamiento de los PCT y Estaciones Geodésicas implica una relación entre lo observado en campo y/o lo identificado en la imagen digital o croquis.

3.2.2.1 ETAPAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE CAMPO

- Traslado al sitio de medición.
- Ubicación de sitios para establecer los PCT o Estaciones Geodésicas en campo conforme al proyecto y las condiciones del terreno.
- Revisar la configuración del equipo.
- Ubicación de la estación base en una placa establecida o en un punto determinado por el personal de campo (si el método de medición lo requiere). Iniciar la sesión de medición y ejecución de la medición con el móvil (si el tipo de medición lo requiere).
- Mientras el equipo se encuentra registrando y almacenando información, se procede al llenado completo del Registro de Observaciones (Anexo A) y a la elaboración del croquis a mano alzada del sitio de ubicación del PCT de acuerdo con la imagen o bien, la actualización del croquis de ubicación de la Estación Geodésica (si es que aplica).

Con la información recabada por los equipos base y móvil, se procede a respaldar la información recolectada en campo para su posterior proceso y ajuste.

La configuración del equipo se realizará antes de la medición de cada punto y dependerá del método de levantamiento. En la tabla 1 se muestran ejemplos de configuraciones según el tipo de actividad, dichas configuraciones tienen el propósito de lograr un decímetro de exactitud conforme a la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional [3].

Configuraciones más frecuentes para mediciones con equipos GNSS Tabla 1

Método	Actividad	Parámetros para equipos						
		Intervalo de Registro (segundos)	Tiempo de Observación (horas)	Equipo GNSS	Levantamiento	Elevación de la máscara	Medición de la altura vertical de la antena	Distancia máxima de Base a Móvil
Estático	Punto de Control Terrestre para Triangulación	5	2	Doble banda	Diferencial	10°	Inicio, media y final de la sesión	Menos de 200 km
			3					Más de 200 km
Estático Rápido	Punto de Control Terrestre para Triangulación Puntos para fines especiales	Base: 5 Móvil: 5	Base: durante todo el levantamiento (tiempo común con los móviles) Móvil: 1 hora					GNSS de 5 a 50 km
Estático	Subsidencia	5	3					De acuerdo con el proyecto
Estático	GNSS sobre Bancos de Nivel para modelo geoidal							GNSS Medición simultánea sobre dos Bancos de Nivel con equidistancia de 8 km
	Medición de Bancos de Nivel con liga a tres estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA)		2					Menos de 200 km
			3					Más de 200 km
			Móvil: 1 hora					Base con un tiempo mínimo de 8 horas[6] Durante todo el levantamiento (tiempo común con los móviles)
Absoluto	Aquellas que requieran exactitudes métricas	N/A	N/A	Doble banda Una Banda Navegador	Absoluto	N/A	N/A	Dependerá del proyecto a levantar

Además de observar los parámetros anteriores, se debe realizar un análisis de la cantidad de estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) que se utilizarán para el proceso, esto en función de las exactitudes requeridas, la distancia de estas a la zona de proyecto y a la geometría, por lo que es recomendable considerar más de dos estaciones de la RGNA para tener redundancia en vectores y considerar las mejores soluciones.

[6] La geometría entre la base y los móviles no debe tener ángulos cerrados.

En cuanto al valor de la dilución geométrica de la precisión (PDOP) se considera que un valor inferior a uno indica que el promedio del valor cuadrático medio (RMS, por sus siglas en inglés) del error de posición es menor que la desviación estándar de la medición, por lo tanto, se debe buscar la mejor geometría con la mayor cantidad de satélites disponibles.

3.2.3 Elaboración del croquis

Algunas consideraciones para la elaboración del croquis son:

- Elaborar el croquis en campo.
- Tomar como referencia los elementos que puedan ser correlacionados e identificables en campo y/o en la imagen digital, en un radio máximo de 25 metros.
- Orientar al norte geográfico para el trazado del croquis.
- Contar con al menos tres referencias cercanas al PCT o Estación Geodésica.
  Las notas en el croquis deben escribirse con letra clara y perpendicular al norte, es decir, en sentido este-oeste.

El croquis debe ser elaborado en paralelo a la medición del equipo; en ninguna circunstancia se debe realizar en gabinete o fuera del sitio de medición. El motivo de esto es minimizar las posibles confusiones u omisiones de la información. Tampoco debe ser una copia de la imagen empleada. En caso de disponibilidad considerar una fotografía del sitio tomada desde un dron con las debidas autorizaciones y registro conforme a la Norma Técnica para la Obtención y Distribución de Imágenes Satelitales con fines Estadísticos y Geográficos [10].

3.3 Actividades de gabinete

Consiste en la obtención de vectores y ajuste de coordenadas ligadas a la RGNA o RGNP. La liga a la RGNP se hace sobre Estaciones Pasivas Horizontales establecidas físicamente en el terreno mediante una placa metálica, que identifica su ubicación tridimensional respecto a un marco de referencia para una determinada época, siendo esta susceptible a actualizar sus valores conforme a los requerimientos de un proyecto determinado.

Las mediciones de campo se enfocan a la obtención de coordenadas geodésicas a través del procesamiento de los datos, con liga al Marco de Referencia Geodésico. Posterior al proceso y ajuste de los datos se analiza la desviación estándar con el fin de evaluar la calidad de la exactitud posicional del proyecto de captación de datos.

3.3.1 Procesamiento

Después de las actividades en campo es preciso realizar el procesamiento de los datos adquiridos mediante el receptor GNSS.

Una de las actividades sustantivas es el procesamiento diferencial de los datos obtenidos en los levantamientos realizados con receptores de doble frecuencia. 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.

Los requerimientos para efectuar el procesamiento de información geodésica son:

- Datos GNSS en formato RINEX de la Base y/o Móviles.
- Datos del calendario GPS.
- Datos de las estaciones fijas de registro continuo de la RGNA.[7]
- Listado de coordenadas de estaciones de la RGNA en la época del levantamiento.
- Efemérides precisas; de acuerdo con las características del proyecto estas pueden ser: ultra rápida, rápida o final.

3.3.2 Formato RINEX

Los datos del GNSS se almacenan en formato de texto RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*), el cual consta de archivos en código universal ASCII (Figura 18), permitiendo usar otro tipo de programa o intercambiar datos procedentes de otros receptores.

Archivo de observación GNSS Figura 18

```
     3.02           OBSERVATION DATA    M: MIXED            RINEX VERSION / TYPE
LgsRinex v1.10.5.0                      20210814 235105 UTC PGM / RUN BY / DATE
SNR is mapped to RINEX snr flag value [1-9]                 COMMENT
LX:     < 12dBHz -> 1; 12-17dBHz -> 2; 18-23dBHz -> 3       COMMENT
       24-29dBHz -> 4; 30-35dBHz -> 5; 36-41dBHz -> 6       COMMENT
       42-47dBHz -> 7; 48-53dBHz -> 8; >= 54dBHz -> 9       COMMENT
CAN_200                                                     MARKER NAME
0000                                                        MARKER NUMBER
                                                            OBSERVER / AGENCY
3610334             LEICA GS18          5.50/7.701          REC # / TYPE / VERS
                    LEIUnknown      NONE                    ANT # / TYPE
   334591.4597 -5945187.0762  2277802.8801                  APPROX POSITION XYZ
        2.5270        0.0000        0.0000                  ANTENNA: DELTA H/E/N
G   16 C1C L1C D1C S1C C2S L2S D2S S2S C2W L2W D2W S2W C5Q  SYS / # / OBS TYPES
       L5Q D5Q S5Q                                          SYS / # / OBS TYPES
R   12 C1C L1C D1C S1C C2P L2P D2P S2P C2C L2C D2C S2C      SYS / # / OBS TYPES
E   16 C1C L1C D1C S1C C5Q L5Q D5Q S5Q C7Q L7Q D7Q S7Q C8Q  SYS / # / OBS TYPES
       L8Q D8Q S8Q                                          SYS / # / OBS TYPES
C    8 C1I L1I D1I S1I C7I L7I D7I S7I                      SYS / # / OBS TYPES
DBHZ                                                        SIGNAL STRENGTH UNIT
     5.000                                                  INTERVAL
  2021    08    14    16    11   55.0000000     GPS         TIME OF FIRST OBS
  2021    08    14    17    18   25.0000000     GPS         TIME OF LAST OBS
```

Fuente: INEGI.

Los archivos de código ASCII generados son de tres tipos: datos de observación, mensajes de navegación (Figura 19) y datos meteorológicos.

La estructura del archivo de observación en formato RINEX es: ssssdddf.yyt, donde:

- ssss: identificación de la base.
- ddd: día del año.
- f: número de sesión.

[7] www.inegi.org.mx

- yy: año actual.
- t: tipo de archivo GNSS; observación “o” y navegación “n” “g” “l” “f” (GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou, respectivamente).

Archivo de navegación GPS Figura 19

```
     3.02           N: GNSS NAV DATA    G: GPS              RINEX VERSION / TYPE
LgsRinex v1.10.5.0                      20210814 235105 UTC PGM / RUN BY / DATE
GPSA   4.6566D-09  1.4901D-08 -5.9605D-08 -1.1921D-07       IONOSPHERIC CORR
GPSB   7.7824D+04  4.9152D+04 -6.5536D+04 -2.6214D+05       IONOSPHERIC CORR
GPUT  9.3132257462D-10 2.664535259D-15 147456 2171          TIME SYSTEM CORR
    18    18  1929     7                                    LEAP SECONDS
                                                            END OF HEADER
G01 2021 03 02 23 59 44 7.499521598220D-04-8.299139153678D-12 0.000000000000D+00
     1.900000000000D+01 2.250000000000D+01 4.014095722482D-09 1.152956281074D+00
     1.408159732819D-06 1.045115501620D-02 1.140125095844D-05 5.153693620682D+03
     2.591840000000D+05-7.823109626770D-08-1.934889998449D+00 1.806765794754D-07
     9.832456255670D-01 1.728750000000D+02 8.197042974828D-01-7.971046045441D-09
     3.046555507868D-10 1.000000000000D+00 2.147000000000D+03 0.000000000000D+00
     2.000000000000D+00 0.000000000000D+00 4.656612873077D-09 1.900000000000D+01
     2.519100000000D+05
G02 2021 08 14 18 00 00-6.262897513807D-04-2.387423592154D-12 0.000000000000D+00
     5.400000000000D+01-3.653125000000D+01 4.266606179471D-09-2.174114639961D+00
    -1.603737473488D-06 2.021486300509D-02 9.914860129356D-06 5.153740777969D+03
     5.832000000000D+05 2.626329660416D-07 1.380821373941D+00 2.179294824600D-07
     9.635500127542D-01 1.827500000000D+02-1.499870196208D+00-7.661747680743D-09
     3.060841857749D-10 1.000000000000D+00 2.170000000000D+03 0.000000000000D+00
     2.000000000000D+00 0.000000000000D+00-1.769512891769D-08 5.400000000000D+01
     5.759400000000D+05
```

Fuente: INEGI.

El uso de efemérides precisas es necesario para proyectos en los que se requieren altas precisiones. Por ello es recomendable realizar la descarga de las efemérides precisas del sitio web del *International GNSS Service*.[8]

3.3.2.1 PROCESAMIENTO DIFERENCIAL O TRADICIONAL

En el procesamiento y ajuste de datos GNSS, se ingresan directamente las coordenadas publicadas de las estaciones de referencia de la RGNA en la época oficial; se asume que las coordenadas resultantes de los puntos procesados están en el marco y época oficial.

El procesamiento de una línea de base se inicia generalmente con una solución de código, seguido por una solución de fase portadora de diferenciación triple y varias de diferenciación doble.

Posteriormente, se procesan combinaciones de observaciones, para finalmente seleccionar la solución que represente la mejor que puede obtenerse con el conjunto de observaciones:

- Solución fija. Es una solución del vector donde las ambigüedades enteras se han determinado correctamente y se han mantenido fijas. La solución fija para un vector es a menudo la mejor.

[8] www.igs.org / cddis.nasa.gov

- Solución flotante. Es una solución del vector donde los valores enteros de las ambigüedades podrían no ser determinados, por lo tanto, no son fijos para un valor entero específico.

Ajuste de redes:

- A través del procesamiento de los datos, se propagan de la estación base a la estación o puntos móviles, las coordenadas en el marco de referencia de la estación base.
- Cuando se tienen datos GNSS de posicionamiento simultáneo, es posible hacer un ajuste de red.
- El ajuste de red permite ligar de una manera más precisa a la RGNP los puntos medidos y estimar los errores de medición o con respecto a la red.
- Se debe contar con coordenadas conocidas en el marco de referencia oficial.
- Se obtienen los resultados del procesamiento y el ajuste de la información.

3.3.2.2 PROCESAMIENTO RIGUROSO

En los procedimientos adoptados para el procesamiento riguroso se consideran las deformaciones del marco geodésico en el tiempo para obtener coordenadas en el marco y época oficial. El dinamismo de la corteza terrestre hace necesario considerar los desplazamientos de la Red Geodésica en el tiempo.

Este esquema de procesamiento de datos permitirá cumplir con lo dispuesto en el artículo 9 de la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional [2], conforme a lo siguiente:

El orden de Exactitud Posicional Horizontal para la Red Geodésica Nacional deberá observar las especificaciones siguientes:

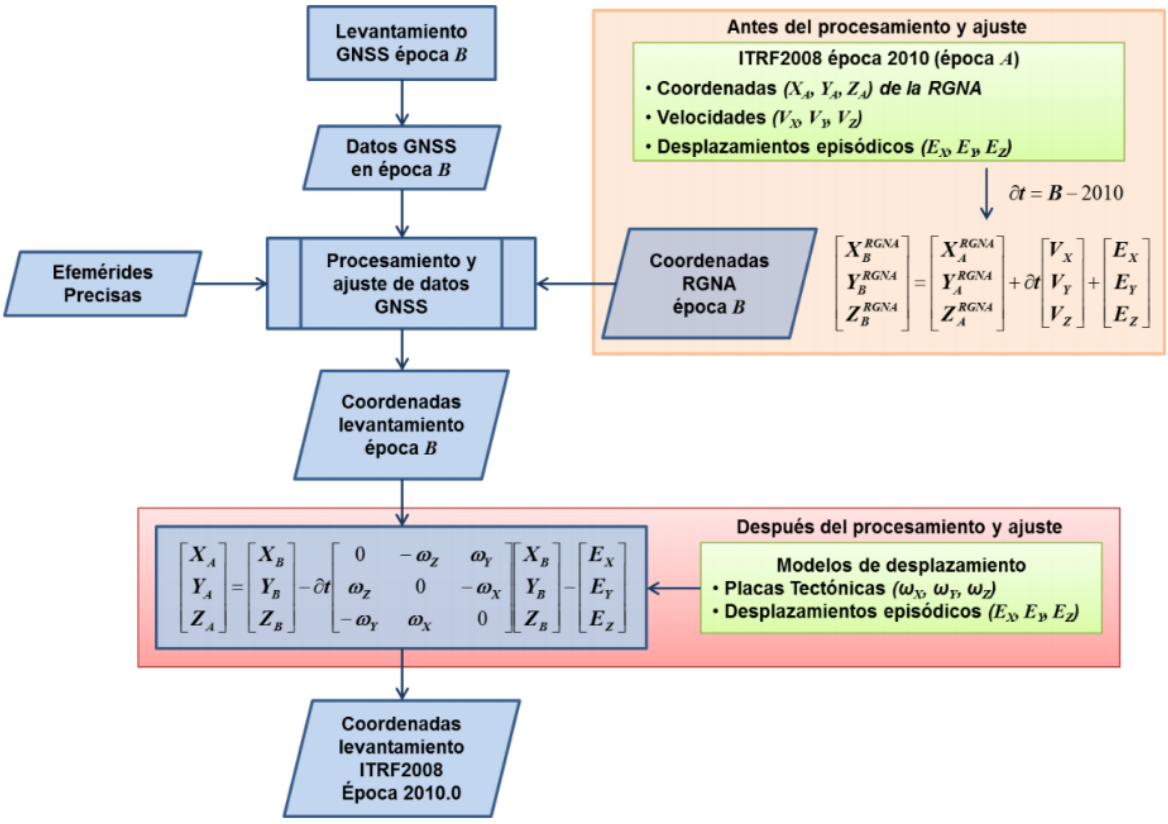
- Orden de cinco centímetros. Deberá aplicarse a los trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia nacional fundamental de la RGNA.
- Orden de un decímetro. Se destinará a los levantamientos geodésicos de densificación del sistema de referencia geodésico nacional básico. Los trabajos que se hagan dentro de este orden podrán incorporarse a la RGNP.

A continuación, se mencionan los elementos para el procesamiento riguroso con GNSS:

- Coordenadas en el marco de referencia oficial con alta exactitud de las estaciones de rastreo continuo.
- Velocidades de las estaciones de la RGNA (Vx, Vy, Vz).
- Modelos de tectónica de placas.
- Desplazamientos episódicos (eventos sísmicos).

Estos elementos nos permiten trasladar la ubicación de puntos a diferentes épocas (dentro de un mismo marco de referencia).

Procedimiento para el procesamiento GNSS considerando la deformación en el tiempo Figura 20



Fuente: INEGI.

Mediante la herramienta “ITRF08PR” (la cual se encuentra a disposición en el sitio de internet del INEGI), es posible obtener las coordenadas de las estaciones de la RGNA en la época del levantamiento, antes de iniciar el proceso y ajuste de los datos GNSS. Asimismo, también permite pasar las coordenadas de una Estación Horizontal Pasiva o un listado de la época del levantamiento a la época del marco de referencia oficial vigente.

3.4 Análisis de resultados y validación

El análisis y la validación de Estaciones Geodésicas consiste en verificar que los resultados entregados cumplan con los criterios de la normatividad vigente y con los requerimientos de las áreas usuarias.

La validación de la información se realiza conforme a diferentes procedimientos, parámetros y a la normatividad vigente. El INEGI revisa y analiza la integración del expediente (compuesto por carpetas) con la información que se enlista a continuación:

- Control de gastos.
- Informe de ajustes.
- Informes de campo, gabinete y acta de hechos.
- Formatos de identificación e imagen parcial.
- Fotografías y videos.
- Gráfico de distribución.

- Hojas de registro.
- Listado de puntos UTM (de acuerdo con la norma).
- Archivos crudos.
- Capa *shape* para mapa digital.
- Tabla de integración de resultados.
- Oficios de asignación de la actividad y de entrega de resultados.
- Extras.

3.4.1 Control de gastos

Es recomendable llevar un informe de recursos por comisión (archivo Excel), donde se detallen los gastos ejercidos, datos generales del proyecto, personal y equipo empleado; con la finalidad de conocer costos de interés por producto generado.

3.4.2 Informe de ajustes

Se compone por los informes de procesamiento de líneas base (formato PDF) y ajuste de red (archivo HTML-MHTML). El informe de procesamiento de líneas base contiene los resultados con los parámetros que fueron identificados y seleccionados. Se observa la zona UTM, el sistema de coordenadas, el modelo geoidal, el tipo de solución, máscara de elevación, monitoreo de satélites, tipos de receptores y antena, método de antena y, las alturas de procesamiento.

El informe de ajuste de red contiene los resultados del proceso de líneas base con las estaciones de monitoreo continuo. Se observa el datum, zona UTM, modelo geoidal, método de propagación de errores, prueba de Chi al cuadrado y resultados estadísticos del ajuste.

3.4.3 Informe de campo, de gabinete y acta de hechos

El informe de campo es el documento (formato PDF) que contiene el objetivo, recursos humanos y materiales empleados, la planeación, actividades generales realizadas, desarrollo de lo acontecido por punto y fecha, aclaraciones, problemáticas y logros alcanzados durante la comisión.

El informe de gabinete es el documento (formato PDF) que contiene el objetivo, periodo, recursos materiales, desarrollo, aclaraciones, problemáticas y logros alcanzados. Debe contener el nombre del proyecto, franja, semanas GPS, días julianos, época, estaciones fijas utilizadas, estaciones observadas, estaciones procesadas y ajustadas, programa, sistema de coordenadas, zona UTM y prueba de Chi al cuadrado.

El acta de hechos o circunstanciada es el documento que respalda la imposibilidad de poder realizar las mediciones en un punto o zona en particular de algún proyecto asignado, ya sea por cuestiones de inseguridad, topografía, conflictos sociales o de otra índole que impidan los levantamientos geodésicos. Este documento debe indicar el nombre del proyecto o Estaciones Geodésicas involucradas y la problemática o situación que se presentó, además de ello se deberá incluir información a modo de evidencias que respalden la situación que se manifiesta, estos pueden ser notas informativas, documentos expedidos por una autoridad local (dependencias de gobierno, comisarios ejidales, etc.) entre

INEGI. Red Geodésica Nacional. SNIEG. Información de Interés Nacional.

INEGI. Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal. 2023.

otros. El documento deberá estar firmado por las y los brigadistas, así como por los mandos medios de la Unidad Administrativa a la que pertenezcan.

3.4.4 Formatos de identificación e imagen parcial

Contiene los formatos de identificación (Anexo B) de los puntos medidos en el proyecto (formato PDF), indicando coordenadas, ubicación sobre la imagen digital, croquis y fotografías orientadas a los puntos cardinales. En caso de proyectos de GNSS sobre Bancos de Nivel se integran los croquis actualizados.

Se verifica que las coordenadas geográficas y en proyección UTM (con cinco decimales para latitud y longitud, y cuatro para la altura elipsoidal) correspondan al procesamiento riguroso de los datos (ITRF08 época 2010.0) y que la zona UTM corresponda con la ubicación geográfica. Se verifica la correspondencia de la imagen digital, la identificación puntual del rasgo seleccionado en el detalle de ubicación del PCT y el croquis elaborado en campo.

3.4.5 Fotografías y videos

El expediente contiene una subcarpeta por punto medido (misma clave), donde se integran las fotografías con las vistas hacia los puntos cardinales (norte: _N; sur: _S; este: _E y oeste: _O) y un video 360° de la ubicación del PCT. En caso de proyectos de GNSS sobre Bancos de Nivel se integran las fotografías con vistas de: placa (_M), de rasgo, que muestre si la placa está monumentada o empotrada (_R) y panorámica (_P). Se verifica la completitud y consistencia lógica de los archivos.

3.4.6 Gráfico de distribución

Se integra una imagen que muestra la distribución final de los puntos medidos sobre un mapa base con el área de interés. Se verifica que muestre la geometría final de los puntos medidos.

3.4.7 Hojas de registro

Se integran los archivos (formato PDF) de las hojas de registro de observación (Anexo A) correspondientes a cada uno de los PCT o Bancos de Nivel debidamente nombrados; ordenados alfanuméricamente y llenados completamente. Cabe mencionar que las hojas serán llenadas en campo; se verifica denominación, fecha de medición, horas de inicio y término de medición, tipo de equipo, metodología de levantamiento usada, ubicación del punto en croquis, alturas medidas (inicial, media y final) y altura vertical para proceso, etcétera.

3.4.8 Listado de puntos UTM

Es un listado de coordenadas en proyección UTM en la época oficial (archivo Excel). Se verifica el datum, zona UTM y modelo geoidal del sistema de coordenadas.

3.4.9 Archivos crudos

Se integra una carpeta para las efemérides utilizadas en el procesamiento, una segunda carpeta para los archivos de las estaciones de la RGNA y, finalmente, una tercera carpeta que contiene los archivos RINEX de los puntos medidos. La tercera carpeta lleva las subcarpetas necesarias de acuerdo con el número de puntos; cada una debe ser nombrada de acuerdo con la clave asignada y lo mismo debe hacerse para los archivos contenidos dentro de ella.

3.4.10 Capa vectorial para mapa digital

Son cuatro archivos vectoriales mínimos necesarios que permiten desplegar en un SIG el proyecto trabajado en campo. Los atributos de la capa se representan en el formato tipo *shape* los cuales deben corresponder con los de la tabla de integración de resultados.

- *.shp: es el archivo principal que almacena la geometría de la entidad.
- *.shx: es el archivo que almacena el índice de la geometría de la entidad.
- *.dbf (dBase): es la tabla que almacena la información de atributos de las entidades.
- *.prj (project): es el archivo que almacena información del sistema de coordenadas.

3.4.11 Tabla de integración de resultados

Es un archivo (*xlsx) que integra los datos alfanuméricos validados de las actividades de campo y gabinete; en la que se incluyen datos propios del proyecto, orden de exactitud, software y tipo de procesamiento, así como la ubicación de los Pfe medidos de acuerdo con el marco geoestadístico. En ella, se verifica la completitud y consistencia lógica de todos los atributos, contrastándolos y/o comparándolos con cada una de las partes del expediente según corresponda (Anexo C).

3.4.12 Oficios de asignación y entrega

Se integran los archivos (formato PDF) correspondientes al oficio con el que se asigna la actividad y el oficio con el que se notifica la entrega de resultados.

El oficio de asignación es el documento generado por Oficinas Centrales, donde se presentan las características del proyecto asignado a una Dirección Regional. Este menciona el nombre del proyecto, programa de trabajo, cantidad de estaciones, la zona de influencia y anexos (de acuerdo con el tipo de proyecto).

El oficio de entrega es el documento generado por la Dirección Regional mediante el cual se notifica la entrega de resultados.

3.4.13 Extras

Se integra cualquier archivo adicional no mencionado anteriormente y que se considere importante. Además, contiene información generada dentro del mismo proyecto y solicitada por parte de otro departamento.

3.5 Integración

Los resultados sobre una Estación Geodésica serán comunicados al área de Base de Datos a fin de que sean incorporadas al Sistema de Integración de Información Geodésica (SIIG). El responsable de la actividad en cada Dirección Regional y/o Coordinación Estatal dará seguimiento, verificando que se cumplan los plazos previamente establecidos en el oficio de validación. Una vez validados estas serán publicadas en el acervo de Estaciones Geodésicas.

Anexos

A. Formatos de registro de observaciones GNSS

Formato de registro de observaciones con el uso de tripié

Figura 21

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN DEL MARCO GEODÉSICO - SUBDIRECCIÓN DE CONTROL DE OPERACIONES GEODÉSICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN GEODÉSICA
FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES

REGISTRO DE OBSERVACIÓN ___ de ___

NOMBRE DEL TRABAJO CLAVE PCT( ) BN ( ) OTRO ( ): _____

DÍA JULIANO SEMANA GPS DÍA GPS _____/_____/_____

FECHA _____/_____/_____

LUGAR: _____
MUNICIPIO: _____
ESTADO: _____

RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO

PROYECTO:
PCT ( ) GNSS/BN ( ) REPEC ( ) OTRO ( )
NOMBRE: _____

MÉTODO DE LEVANTAMIENTO:
ESTÁTICO ( )
CINEMÁTICO/RTK ( )
ESTÁTICO RÁPIDO ( )

CARTA TOPOGRÁFICA 1:50 000
CLAVE: _____
NOMBRE: _____

COORDENADAS DE LA ESTACIÓN
LATITUD N_____ °_____ ´_____´´
LONGITUD W_____ °_____ ´_____´´
ALTURA _____ METROS

HORA INICIO (UTC) _____ HORA FINAL (UTC) _____
HORA INICIO (LOCAL) _____ HORA FINAL (LOCAL) _____
CLAVE DE IMAGEN DIGITAL

EQUIPO DE MEDICIÓN
GNSS MARCA: _____ MODELO: _____
N/S: _____

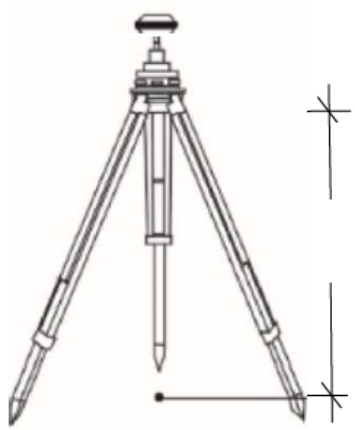
VÍA DE COMUNICACIÓN
BLUETOOTH ( )
CABLE ( )

ALTURA DE LA ANTENA
ALTURA DE LA MARCA SOBRE ( ) O BAJO ( ) TERRENO: ( ) METROS
ALTURA INICIAL: ALTURA A MEDIA SESIÓN: ALTURA FINAL:
CONSTANTE DE GANCHO MEDIDOR DE ALTURA: 0.360 METROS ALTURA VERTICAL PARA EL PROCESO: METROS

FUENTE DE ENERGÍA
BATERÍA ( )
CARGA GS: INICIO ____% FINAL ____%
CARGA CS: INICIO ____% FINAL ____%
OTRO: _____

CROQUIS DE PLANTA DE LA ESTACIÓN

CROQUIS DE ANTENA



OBSERVACIONES:
_____
_____
_____

DÍA DE LA SEMANA GPS: DOMINGO 0, LUNES 1, MARTES 2, MIÉRCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SÁBADO 6.

MUESTRA

Fuente: INEGI.

Formato de registro de observaciones con el uso de baliza Figura 22

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN DEL MARCO GEODÉSICO - SUBDIRECCIÓN DE CONTROL DE OPERACIONES GEODÉSICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN GEODÉSICA
FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES

REGISTRO DE OBSERVACIÓN ____ de ____	NOMBRE DEL TRABAJO CLAVE PCT( ) BN ( ) OTRO ( ): _____	DÍA JULIANO SEMANA GPS DÍA GPS _____ / _____ / _____	FECHA _____/_____ / _____
	LUGAR: _____ MUNICIPIO: _____ ESTADO: _____	RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO	
PROYECTO: PCT ( ) GNSS/BN ( ) REPEC ( ) OTRO ( ) NOMBRE: _____		MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ESTÁTICO ( ) CINEMÁTICO/RTK ( ) ESTÁTICO RÁPIDO ( )	CARTA TOPOGRÁFICA 1:50 000 CLAVE: _____ NOMBRE: _____
COORDENADAS DE LA ESTACIÓN	LATITUD N_____ ° _____ ' _____ ''	LONGITUD W_____ ° _____ ' _____ ''	ALTURA _____ METROS
HORA INICIO (UTC) _____	HORA FINAL (UTC) _____	HORA INICIO (LOCAL) _____	HORA FINAL (LOCAL) _____
			CLAVE DE IMAGEN DIGITAL
EQUIPO DE MEDICIÓN: GNSS MARCA: _____ MODELO: _____ N/S: _____			VÍA DE COMUNICACIÓN: BLUETOOTH ( ) CABLE ( )
ALTURA DE LA ANTENA: ALTURA DE LA MARCA SOBRE ( ) O BAJO ( ) TERRENO: ( ) METROS; ALTURA INICIAL: ALTURA A MEDIA SESIÓN: ALTURA FINAL: ALTURA VERTICAL PARA EL PROCESO: METROS			FUENTE DE ENERGÍA: BATERÍA ( ) CARGA GS: INICIO ____% FINAL ____% CARGA CS: INICIO ____% FINAL ____% OTRO: _____
CROQUIS DE PLANTA DE LA ESTACIÓN		CROQUIS DE ANTENA	
N			
OBSERVACIONES _____ _____ _____			
DÍA DE LA SEMANA GPS: DOMINGO 0, LUNES 1, MARTES 2, MIÉRCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SÁBADO 6.			

MUESTRA

Fuente: INEGI.

Formato de registro de observaciones con el uso de tripié y extensión Figura 23

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN DEL MARCO GEODÉSICO - SUBDIRECCIÓN DE CONTROL DE OPERACIONES GEODÉSICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN GEODÉSICA
FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES

REGISTRO DE OBSERVACIÓN ___ de ___	NOMBRE DEL TRABAJO CLAVE PCT( ) BN ( ) OTRO ( ): _____	DÍA JULIANO SEMANA GPS DÍA GPS _____ / _____ / _____	FECHA _____/_____/ _____
	LUGAR: _____ MUNICIPIO: _____ ESTADO: _____	RESPONSABLE DEL LEVANTAMIENTO	
PROYECTO: PCT ( ) GNSS/BN ( ) REPEC ( ) OTRO ( ) NOMBRE: _____		MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ESTÁTICO ( ) CINEMÁTICO/RTK ( ) ESTÁTICO RÁPIDO ( )	CARTA TOPOGRÁFICA 1:50 000 CLAVE: _____ NOMBRE: _____
COORDENADAS DE LA ESTACIÓN	LATITUD N_____ ° _____ ' _____ ''	LONGITUD W_____ ° _____ ' _____ ''	ALTURA _____ METROS
HORA INICIO (UTC) _____	HORA FINAL (UTC) _____	HORA INICIO (LOCAL) _____	HORA FINAL (LOCAL) _____ / CLAVE DE IMAGEN DIGITAL
EQUIPO DE MEDICIÓN GNSS MARCA: _____ MODELO: _____ N/S: _____			VÍA DE COMUNICACIÓN BLUETOOTH ( ) CABLE ( )
ALTURA DE LA ANTENA ALTURA DE LA MARCA SOBRE ( ) O BAJO ( ) TERRENO: ( ) METROS ALTURA INICIAL: ALTURA A MEDIA SESIÓN: ALTURA FINAL: CONSTANTE DE GANCHO MEDIDOR DE ALTURA: 0.360 METROS ALTURA VERTICAL PARA EL PROCESO: METROS			FUENTE DE ENERGÍA BATERÍA ( ) CARGA GS: INICIO ____% FINAL ____% CARGA CS: INICIO ____% FINAL ____% OTRO: _____
CROQUIS DE PLANTA DE LA ESTACIÓN			CROQUIS DE ANTENA

OBSERVACIONES
_____
_____
_____

DÍA DE LA SEMANA GPS: DOMINGO 0, LUNES 1, MARTES 2, MIÉRCOLES 3, JUEVES 4, VIERNES 5, SÁBADO 6.

MUESTRA

Fuente: INEGI.

Formato de registro de observación para tripié, baliza y extensión (reverso) Figura 24

RESUMEN DE RASTREO SATELITAL

INICIO NAVSTAR-GPS_____.			TERMINO NAVSTAR-GPS_____.			INICIO GLONASS_____.			TERMINO GLONASS_____.		
SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT	SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT	SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT	SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT
1.G____	_____°	_____°	1.G____	_____°	_____°	1.R____	_____°	_____°	1.R____	_____°	_____°
2.G____	_____°	_____°	2.G____	_____°	_____°	2.R____	_____°	_____°	2.R____	_____°	_____°
3.G____	_____°	_____°	3.G____	_____°	_____°	3.R____	_____°	_____°	3.R____	_____°	_____°
4.G____	_____°	_____°	4.G____	_____°	_____°	4.R____	_____°	_____°	4.R____	_____°	_____°
5.G____	_____°	_____°	5.G____	_____°	_____°	5.R____	_____°	_____°	5.R____	_____°	_____°
6.G____	_____°	_____°	6.G____	_____°	_____°	6.R____	_____°	_____°	6.R____	_____°	_____°
7.G____	_____°	_____°	7.G____	_____°	_____°	7.R____	_____°	_____°	7.R____	_____°	_____°
8.G____	_____°	_____°	8.G____	_____°	_____°	8.R____	_____°	_____°	8.R____	_____°	_____°
9.G____	_____°	_____°	9.G____	_____°	_____°	9.R____	_____°	_____°	9.R____	_____°	_____°
10.G____	_____°	_____°	10.G____	_____°	_____°	10.R____	_____°	_____°	10.R____	_____°	_____°
11.G____	_____°	_____°	11.G____	_____°	_____°	11.R____	_____°	_____°	11.R____	_____°	_____°
12.G____	_____°	_____°	12.G____	_____°	_____°	12.R____	_____°	_____°	12.R____	_____°	_____°
13.G____	_____°	_____°	13.G____	_____°	_____°	13.R____	_____°	_____°	13.R____	_____°	_____°
14.G____	_____°	_____°	14.G____	_____°	_____°	14.R____	_____°	_____°	14.R____	_____°	_____°
15.G____	_____°	_____°	15.G____	_____°	_____°	15.R____	_____°	_____°	15.R____	_____°	_____°

INICIO Galileo_____.			TERMINO Galileo_____.			INICIO BeiDou_____.			TERMINO BeiDou_____.		
SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT	SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT	SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT	SATÉLITE	ELEVACIÓN	AZIMUT
1.E____	_____°	_____°	1.E____	_____°	_____°	1.C____	_____°	_____°	1.C____	_____°	_____°
2.E____	_____°	_____°	2.E____	_____°	_____°	2.C____	_____°	_____°	2.C____	_____°	_____°
3.E____	_____°	_____°	3.E____	_____°	_____°	3.C____	_____°	_____°	3.C____	_____°	_____°
4.E____	_____°	_____°	4.E____	_____°	_____°	4.C____	_____°	_____°	4.C____	_____°	_____°
5.E____	_____°	_____°	5.E____	_____°	_____°	5.C____	_____°	_____°	5.C____	_____°	_____°
6.E____	_____°	_____°	6.E____	_____°	_____°	6.C____	_____°	_____°	6.C____	_____°	_____°
7.E____	_____°	_____°	7.E____	_____°	_____°	7.C____	_____°	_____°	7.C____	_____°	_____°
8.E____	_____°	_____°	8.E____	_____°	_____°	8.C____	_____°	_____°	8.C____	_____°	_____°
9.E____	_____°	_____°	9.E____	_____°	_____°	9.C____	_____°	_____°	9.C____	_____°	_____°
10.E____	_____°	_____°	10.E____	_____°	_____°	10.C____	_____°	_____°	10.C____	_____°	_____°
11.E____	_____°	_____°	11.E____	_____°	_____°	11.C____	_____°	_____°	11.C____	_____°	_____°
12.E____	_____°	_____°	12.E____	_____°	_____°	12.C____	_____°	_____°	12.C____	_____°	_____°
13.E____	_____°	_____°	13.E____	_____°	_____°	13.C____	_____°	_____°	13.C____	_____°	_____°
14.E____	_____°	_____°	14.E____	_____°	_____°	14.C____	_____°	_____°	14.C____	_____°	_____°
15.E____	_____°	_____°	15.E____	_____°	_____°	15.C____	_____°	_____°	15.C____	_____°	_____°

REPORTE DE PROBLEMAS Y SOLUCIÓN

_____
_____
_____
_____
_____
_____

INEGI

MUESTRA

Fuente: INEGI.

Instrucciones de llenado de formato de registro de observaciones GNSS Tabla 2

Concepto	Se anotará
Formato de registro de o observaciones	
Registro de observación	Consecutivo de los registros de observación.
Nombre del trabajo Clave PCT / BN / otro	Seleccionar si es PCT, BN u otro y nombre del proyecto.
Día juliano	Número de días transcurridos a partir del primero de enero.
Semana GPS	Semana del calendario GPS.
Día GPS	Día del calendario GPS.
Fecha	Fecha correspondiente al día del levantamiento.
Lugar, municipio, estado	Nombre de la localidad, municipio y entidad donde se midió la estación GNSS.
Responsable del levantamiento	Nombre del personal encargado del levantamiento.
Proyecto	Seleccionar el programa e indicar el nombre del proyecto.
Método de levantamiento	Seleccionar el método empleado para el proyecto, según sea el caso.
Carta topográfica 1:50 000	Clave y nombre de la carta topográfica escala 1:50 000 a la cual pertenece la zona donde se posicionó la estación GNSS.
Coordenadas de la estación	Ingresar las coordenadas al inicio del levantamiento latitud “N”, longitud “W” y altura “m” (después del punto debe llevar cinco decimales para latitud y longitud y cuatro para altura).
Hora de inicio y final (UTC)	Se registrará la hora de inicio y hora de término del levantamiento en hora UTC (Tiempo Universal Coordinado).
Hora de inicio y final (local)	Se anotará la hora de inicio y hora de término del levantamiento en hora local.
Nombre de la imagen digital	Nombre de la imagen o recorte donde se localiza la estación.
Equipo de medición	Seleccionar el modelo de equipo usado e indicar el número de serie de la antena; se anotará los últimos cuatro dígitos.
Vía de comunicación	Seleccionar el modo de conexión entre la antena-receptor y la colectora, cable o *bluetooth*.
Altura de la antena	Se selecciona dónde se realizó la medición; sobre o bajo el terreno (indicar la altura en metros). Se anota la altura de la antena: inicio, media y al final de la sesión. Constante del gancho medidor de altura 0.36 metros. Altura vertical para el proceso: • Tripié; promedio de alturas de la antena más la constante del gancho medidor • Bípode; promedio de alturas de la antena (longitud del bastón) • Tripié y extensión; promedio de alturas de la antena más la constante del gancho medidor y medida de la extensión.
Fuente de energía	Fuente de energía utilizada. Indicar el porcentaje de carga inicial y final del receptor y controladora.

(Continúa)

Concepto	Se anotará
Formato de registro de o observaciones	
Croquis de planta de la Estación Geodésica	Dibujar croquis a mano alzada, orientado hacia el norte, con un radio aproximado de 25 a 50 metros, señalando el rasgo seleccionado e identificándolo con la clave asignada, así mismo con un mínimo de tres rasgos identificables tanto en campo como en la imagen digital.
Croquis de antena	En el esquema del equipo GNSS indicar la altura de la antena al punto a medir.
Observaciones	Explicar algún incidente que se presente durante la medición y que puede ser útil para el proceso de la información.
Día de la semana GPS	Seleccionar el día de la semana GPS en que se realizó el levantamiento.
Reverso del formato	
Resumen de rastreo satelital	Por constelación (NAVSTAR - GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou) registrar los satélites presentes al inicio y término de la medición, así como número, elevación y azimut, pero solo si recibe señal en ambas frecuencias.
Reporte de problemas	Explicar algún incidente con respecto al seguimiento satelital que se presente durante la medición y que pueda ser útil para el proceso de la información.

B. Formato de identificación de Punto de Control Terrestre

Formato de identificación de PCT o Estación Geodésica

Figura 25

INEGI

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE

ELIGE UNIDAD ADMINISTRATIVA

FORMATO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTO DE CONTROL TERRESTRE (PCT)						
COORDENADA GEOGRÁFICA ITRF08 ÉPOCA 2010.0	LATITUD:	##°##'##.#####" N	COORDENADA UTM ITRF08 ÉPOCA 2010.0	NORTE:	#######.### m	ZONA UTM
	LONGITUD:	###°##'##.#####" W		ESTE:	######.### m	
	ALTURA ELIPSOIDAL:	####.### m		ALTURA ORTOMÉTRICA:	####.### m	##

DETALLE DE UBICACIÓN DEL PCT	IMAGEN DIGITAL
	CROQUIS

PROYECTO	CLAVE DEL PCT	FECHA DE LEVANTAMIENTO
Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

DESCRIPCIÓN	PERFIL
Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	#.### m

Fuente: INEGI.

MUESTRA

Formato de identificación de Puntos de Control Terrestre (reverso) Figura 26

OBSERVACIONES	
Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
VISTA AL NORTE	**VISTA AL SUR**
VISTA AL ESTE	**VISTA AL OESTE**

MUESTRA

Fuente: INEGI.

Instrucciones del formato de identificación del Punto de Control Terrestre Tabla 3

Concepto	Se anotará
Formato de identificación de Puntos de Control Terrestre	
Unidad Administrativa	Elegir de una lista desplegable, la unidad administrativa que realizó el proyecto.
Coordenada Geográfica y UTM	Hacer la captura de las coordenadas geográficas y en proyección UTM (después del punto debe llevar cinco decimales para latitud y longitud y cuatro para altura), en la época oficial, indicando la zona; respetando el formato establecido (omitiendo espacios entre números y colocando la simbología y unidades propias de cada coordenada (°,’,”,m).
Detalle de ubicación del PCT	Insertar desde el equipo una imagen del acercamiento al PCT, centrando dentro del círculo la ubicación del PCT y señalar el rasgo con el punto negro, rojo o verde, según sea el caso. El nivel de acercamiento deberá permitir identificar el elemento medido con claridad, así como, los elementos dibujados en el croquis y ser considerablemente menor que la imagen digital.
Imagen digital	Insertar desde el equipo la imagen del recorte, señalar la zona de la ubicación del PCT, centrando el área de interés en el círculo.
Croquis	Insertar desde el equipo una imagen del croquis elaborado en campo del formato de registro de observaciones (escanear).
Proyecto	Indicar nombre del proyecto (mayúsculas y minúsculas).
Clave del PCT	Anotar clave del PCT.
Fecha de levantamiento	Ingresar la fecha del levantamiento dd/mm/aaaa (con números).
Descripción	Registrar información de la identificación del rasgo en campo; dónde fue medido, mencionando tres elementos que aparezcan en la imagen y sean visibles en las fotografías y video (indicar distancia y orientación). Especificar a que altura se midió el PCT o mencionar la altura de la marca en los casos que no fue medido al terreno y altura de la antena (usada en el procesamiento).
Perfil	Insertar desde el equipo una imagen del perfil de la antena sobre el rasgo o PCT e indicar la altura total a la marca usada en el proceso (ajustar la imagen del equipo al corchete).
Reverso del formato	
Observaciones	Asentar información adicional, sobre la ausencia u orientación de las fotografías.
Vistas	Insertar desde el equipo, fotografías del GNSS sobre el rasgo o PCT orientadas hacia los puntos cardinales.

C. Tabla de atributo y resultados

Integración de resultados del proyecto

Tabla 4

ONSEC	DIR_REG	F_MED_V	LINEA	FOT_TRAB	ESC_FOT	CLA_CART	ALT_PRO	MEDIDO_A	INI_PERS	SOFTWARE	T_EFEM	MOD_GEOI
H12D46d_01	NOROESTE	02/02/2022	NO	NO	NO	H12D46	1.571	AL TERRENO	JAGL	TBC V 2.95	MIXTAS	GGM10
H12D46d_02	CENTRO NORTE	15/02/2022	NO	NO	NO	H12D46	1.853	A LA MARCA	JAGL	TBC V 3.10	MIXTAS	GGM10
H12D46d_03	SURESTE	05/02/2022	NO	NO	NO	H12D46	2.347	A LA PLACA	JAGL	TBC V 2.97	MIXTAS	GGM10

NORTE	ESTE	ALT_ORT	LATITUD	LONGITUD	ALT_ELIP	D_LAT	D_LOG	D_ST_ALT	EQUIPO	INICIO	TERMINO	PERIODO
3223226.232	662969.570	891.513	290737.53031	1091929.54316	861.372	0.001	0.001	0.009	LEICA GS16	18:39	19:40	01:01
3223226.232	662969.570	891.513	290737.53031	1091929.54316	861.372	0.001	0.001	0.009	LEICA GS18	18:39	19:40	01:01
3223226.232	662969.570	891.513	290737.53031	1091929.54316	861.372	0.001	0.001	0.009	LEICA GS18	18:39	19:40	01:01

CEP95	EPV	CROQUIS	IMAGEN	LAT_DEC	LON_DEC	PROYECTO	OBSERVAC	NUM_OFI	FECH_OFI
0.002	0.017	NO	NO	29.1270918	-109.3248731	AFOT	SAHUARIPA	000/22	18/03/2022
0.005	0.034	NO	NO	29.1270918	-109.3248731	AMMR	Línea:	000/22	18/03/2022
0.005	0.034	NO	NO	29.1270918	-109.3248731	BNIV	Línea:	000/22	18/03/2022

N_E_L	E_E_L	A_E_L	LA_E_L	LO_E_L	EL_E_L	LAD_E_L	LOD_E_L
3223226.173	662969.480	891.512	290737.52844	1091929.54655	861.371	29.1270912	-109.3248740
3223226.173	662969.480	891.512	290737.52844	1091929.54655	861.371	29.1270912	-109.3248740
3223226.173	662969.480	891.512	290737.52844	1091929.54655	861.371	29.1270912	-109.3248740

DN_E_L	DE_E_L	DA_E_L	DLA_E_L	DLO_E_L	DEL_E_L	DLAD_E_L	DLOD_E_L	CVE_ORD	CVE_EDO	CVE_MPO
0.059	0.090	0.001	0.00187	-0.00339	0.001	-0.0000005	-0.0000009	1 DECÍMETRO	26	052
0.059	0.090	0.001	0.00187	-0.00339	0.001	-0.0000005	-0.0000009	1 DECÍMETRO	02	008
0.059	0.090	0.001	0.00187	-0.00339	0.001	-0.0000005	-0.0000009	1 DECÍMETRO	14	156

Descriptores de identificadores contenidas en la tabla de resultados

Tabla 5

Columna	Atributo	Descripción del atributo	Ejemplo	Tipo	Fórmulas	Formato	Alineación
A	CONSEC	Identificación de la marca geodésica.	V21267	Carácter			Centrada
B	DIR_REG	Identificación de la Dirección Regional responsable de los trabajos.	ORIENTE	Carácter			Centrada
C	F_MED_V	Fecha en que se realizó la observación en campo.	08/03/2022	Fecha		dd-mm-aaaa	Centrada
D	LINEA	Identificación del número de la línea de vuelo que contiene la imagen fotográfica o la imagen que se empleó en la actividad de campo.	NO	Carácter			Centrada
E	FOT_TRAB	Identificación del número de la imagen fotográfica o la imagen que se empleó en la actividad de campo.	NO	Carácter			Centrada
F	ESC_FOT	Identificación de la escala de vuelo que se registró para la toma de la imagen fotográfica.	NO	Carácter			Centrada
G	CLA_CART	Identificación de la clave cartográfica en donde se ubica la marca geodésica en formato 1:50 000.	E14B23	Carácter			Centrada
H	ALT_PRO	Altura vertical de la antena que se registró para el proceso de datos.	1.605	Número		3 decimales	Centrada
I	MEDIDO_A	Identificación desde donde se consideró la altura de la antena.	A LA PLACA	Carácter			Centrada

(Continúa)

Columna	Atributo	Descripción del atributo	Ejemplo	Tipo	Fórmulas	Formato	Alineación
J	INI_PERS	Iniciales de la persona responsable de la observación GNSS (jefe de brigada).	FJRA	Carácter			Centrada
K	SOFTWARE	Identificación del software y versión para el proceso de datos.	TBC V 2.95	Carácter			Centrada
L	T_EFEM	Identificación del tipo de efemérides empleadas en el proceso de datos.	MIXTAS	Carácter			Centrada
M	MOD_GEOI	Identificación del Modelo Geoidal incorporado en el proceso de datos.	GGM10	Carácter			Centrada
N	NORTE	Valor de la coordenada del eje "Y" en la proyección U. T. M., en el Marco ITRF08 época 2010.0.	2180765.655	Número		3 decimales	Centrada
O	ESTE	Valor de la coordenada del eje "X" en la proyección U. T. M., en el Marco ITRF08 época 2010.0.	595938.082	Número		3 decimales	Centrada
P	ALT_ORT	Valor de la altura ortométrica resultante de la suma algebraica del valor de la altura elipsoidal y el valor de la altura geoidal, en el Marco ITRF08 época 2010.0.	2686.7823	Número		4 decimales	Centrada
Q	LATITUD	Valor de la coordenada geodésica del eje "Y" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	194312.32574	Número		5 decimales	Centrada
R	LONGITUD	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	980504.17645	Número		5 decimales	Centrada
S	ALT_ELIP	Valor de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0.	2682.6414	Número		4 decimales	Centrada
T	D_LAT	Valor de la desviación estándar de la componente de la "Latitud".	0.008	Número		3 decimales	Centrada
U	D_LOG	Valor de la desviación estándar de la componente de la "Longitud".	0.002	Número		3 decimales	Centrada
V	D_ST_ALT	Valor de la desviación estándar de la componente de la "Altura Elipsoidal".	0.015	Número		3 decimales	Centrada
W	EQUIPO	Identificación del modelo de antena del equipo GNSS que se utilizó en el levantamiento.	LEICA GS18	Carácter			Centrada
X	INICIO	Tiempo registrado en el inició de la observación GNSS.	09:35	Hora		hh:mm	Centrada
Y	TERMINO	Tiempo registrado en al terminó de la observación GNSS.	12:35	Hora		hh:mm	Centrada
Z	PERIODO	Lapso registrado en la observación GNSS.	03:00	Hora	=Y-X	hh:mm	Centrada
AA	CEP95	Valor del Círculo de Error Probable que se obtuvo para la marca geodésica trabajada.	0.026	Número	=1.2238*(T+U)	3 decimales	Centrada
AB	EPV	Valor de la Exactitud de Posicionamiento Vertical que se obtuvo para la marca geodésica trabajada.	0.049	Número	=1.96*V	3 decimales	Centrada
AC	CROQUIS	Identificación del archivo que contiene el formato de croquis que se elaboró durante el establecimiento o actualización de la marca geodésica.	NO	Carácter			Centrada
AD	IMAGEN	Identificación del archivo que contiene la imagen digital que se obtuvo durante el levantamiento de la marca geodésica.	NO	Carácter			Centrada
AE	LAT_DEC	Valor de la coordenada geodésica del eje "Y" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados y decimales de grados.	19.7200905	Número	=EXTRAE(Q2,1,2)+EXTRAE(Q2,3,2)/60+ EXTRAE(Q2,5,8)/3600	7 decimales	Centrada
AF	LON_DEC	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época 2010.0, en formato de grados y decimales de grados.	-98.0844935	Número	=(EXTRAE(R2,1,3)+EXTRAE(R2,4,2)/60+ EXTRAE(R2,6,8)/3600)*(-1)	negativo 7 decimales	Centrada
AG	PROYECTO	Identificación del tipo de actividad trabajada.	BNIV	Carácter			Centrada
AH	OBSERVAC	Identificación del proyecto, área, carta, línea, etcétera, trabajada.	Línea: Chignahuapan - Zacatlán	Carácter			Centrada
AI	NUM_OFI	Identificación del número de control del oficio que se elaboró para la entrega de resultados al área usuaria.	Correo Electrónico	Carácter			Centrada
AJ	FECH_OFI	Identificación de la fecha del oficio que se elaboró para la entrega de resultados al área usuaria.	18/12/2022	Fecha		dd/mm/aaaa	Centrada
AK	N_E_L	Valor de la coordenada del eje "Y" en la proyección U. T. M., en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	2180765.670	Número		3 decimales	Centrada
AL	E_E_L	Valor de la coordenada del eje "X" en la proyección U. T. M., en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	595938.123	Número		3 decimales	Centrada
AM	A_E_L	Valor de la altura ortométrica resultante de la suma algebraica del valor de la altura elipsoidal y el valor de la altura geoidal, en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	2686.7797	Número		4 decimales	Centrada
AN	LA_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "Y" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	194312.32636	Número		5 decimales	Centrada

(Continúa)

Columna	Atributo	Descripción del atributo	Ejemplo	Tipo	Fórmulas	Formato	Alineación
AO	LO_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	980504.17504	Número		5 decimales	Centrada
AP	EL_E_L	Valor de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento.	2682.6410	Número		4 decimales	Centrada
AQ	LAD_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "Y" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados y decimales de grados.	19.7200907	Número	=EXTRAE(AN,1,2)+EXTRAE(AN,3,2)/60+ EXTRAE(AN,5,8)/3600	7 decimales	Centrada
AR	LOD_E_L	Valor de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 época del levantamiento, en formato de grados y decimales de grados.	-98.0844931	Número	=(EXTRAE(AO,1,3)+EXTRAE(AO,4,2)/60+ EXTRAE(AO,6,8)/3600)*(-1)	negativo 7 decimales	Centrada
AS	DN_E_L	Valor de la diferencia de coordenada del eje "Y" en la proyección U. T. M., en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0.	-0.015	Número	=AK-N	3 decimales	Centrada
AT	DE_E_L	Valor de la diferencia de coordenada del eje "X" en la proyección U. T. M., en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0.	-0.041	Número	=AL-O	3 decimales	Centrada
AU	DA_E_L	Valor de la diferencia de altura ortométrica, en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0.	0.003	Número	=AM-P	3 decimales	Centrada
AV	DLA_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "Y", en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	-0.00062	Número	=AN-Q	5 decimales	Centrada
AW	DLO_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "X", en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados, minutos, segundos y decimales de segundos.	0.00141	Número	=AO-R	5 decimales	Centrada
AX	DEL_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica perpendicular a la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0.	0.000	Número	=AP-S	3 decimales	Centrada
AY	DLAD_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "Y" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados y decimales de grados.	0.0000002	Número	=AQ-AE	7 decimales	Centrada
AZ	DLOD_E_L	Valor de la diferencia de la coordenada geodésica del eje "X" en la superficie geométrica de referencia, en el Marco ITRF08 entre la época del levantamiento y la época 2010.0, en formato de grados y decimales de grados.	0.0000004	Número	=AR-AF	7 decimales	Centrada
BA	CVE_ORD	Orden y rango que se asigna al objeto espacial establecido y medido de acuerdo a una normatividad específica y validado en función de los Estándares de Exactitud Posicional establecidos por el INEGI.	1 DECÍMETRO	Texto		Texto	Centrada
BB	CVE_EDO	Clave de entidad federativa.	26	Texto		2 dígitos	Centrada
BC	CVE_MPO	Clave del municipio.	159	Texto		3 dígitos	Centrada
NOTAS:							
		Resultados obtenidos en el Marco ITRF08 época 2010.0					
		Resultados obtenidos en el Marco ITRF08 época del levantamiento.					
		Resultados obtenidos de las diferencias en el Marco ITRF08 entre la época de levantamiento y la época 2010.0					

Bibliografía

[1] INEGI. ACUERDO que reforma y adiciona las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, publicadas el 1 de abril de 1985, 2010. Disponible: NormaTécnicaParaLevantamientosGeodésicos.pdf

[2] INEGI. Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 2010. Disponible: NormaTécnicaParaElSistemaGeodésicoNacional.pdf

[3] INEGI. Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional, 2010. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 2010. Disponible: NormaTecnicaDeEstandaresDeExactitudPosicional.pdf

[4] INEGI. Diccionario de Datos Geodésicos versión 3, 2017. Disponible: DiccionarioDeDatosGeodésicos2017.pdf

[5] INEGI. Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos, 2010. Publicada en el Diario Oficial el 24 de diciembre de 2010. Disponible: NormaTécnicaSobreElaboraciónDeMetadatosGeográficos.pdf

[6] INEGI. Norma Técnica del Proceso de Producción de Información Estadística y Geográfica para el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018. Disponible: NormaTécnicaDelProcesoDeProducciónDeInformaciónEstadísticaYGeográfica.pdf

[7] Vanicek, P. and Krakiwsky, E.J. Geodesy: The Concepts. 2nd Edition, North-Holland, Amsterdam, 1986.

[8] Leica Geosystems AG. Leica GS18 T Data sheet, 2017. Disponible: FichaTécnicaLeicaGS18T.pdf

[9] INEGI. Guía Metodológica de la Red Geodésica Vertical, 2015. Disponible: GuíaMetodológicaDeLaRedGeodésicaVertical.pdf

[10] INEGI. ACUERDO por el que se aprueba la Norma Técnica para la obtención y distribución de Imágenes Satelitales con fines estadísticos y geográficos, 2017. Disponible: NormaTécnicaParaLaObtenciónYDistribuciónImágenesSatelitales.pdf

Guía Operativa de la Red Geodésica Horizontal

FE DE ERRATAS

Fecha de aplicación de la corrección: 12 de septiembre de 2023

Página	Apartado	Dice	Debe decir
	Índice	3. Actividades de la Red Geodésica Gravimétrica	3. Actividades de la Red Geodésica Horizontal