



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

**“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”**



**PERÚ**

**Ministerio  
de Defensa**

**Instituto  
Geográfico Nacional**

## **NORMA TÉCNICA GEODÉSICA**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA POSICIONAMIENTO GEODÉSICO ESTÁTICO RELATIVO CON RECEPTORES DEL SISTEMA SATELITAL DE NAVEGACIÓN GLOBAL**





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo



# Resolución Jefatural

Nº 139 – 2015 /IGN/UCCN

Surquillo, 28 de diciembre de 2015

Visto; La Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global; y,

## CONSIDERANDO:

Que, de conformidad a la Ley Nº 27292, su Reglamento aprobado con Decreto Supremo Nº 005 – DE/SG y el Decreto Supremo Nº 034 – 2008 – PCM que aprueba la Calificación de Organismos Públicos, el Instituto Geográfico Nacional, es un organismo público ejecutor del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno. Goza de autonomía técnica, administrativa y económica, constituye un pliego presupuestal del Sector Defensa;

Que, de acuerdo a lo establecido en la normatividad antes indicada, el IGN tiene por finalidad fundamental elaborar y actualizar la Cartografía Básica Oficial, proporcionando a las entidades públicas y privadas, la Cartografía que requieran, para los fines del desarrollo y la Defensa Nacional. Teniendo como función entre otras, "actuar como organismo competente del Estado para normar actividades geográfico - cartográficas que se ejecutan en el ámbito nacional";

Que, la ley Nº 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado y su Reglamento DS Nº 030-2002 PCM del 02 de mayo 2002, establece que el proceso de modernización de la gestión del estado tiene como finalidad fundamental la obtención de mayores niveles de eficiencia del aparato estatal, de manera que se logre una mejor atención a la ciudadanía, priorizando y optimizando el uso de los recursos públicos, la generación de una estructura orgánica en la que prevalezca el principio de especialidad;

Que, dado el crecimiento económico que viene experimentando el país, se está incrementando la generación y el empleo de cartografía a diferentes escalas para ser utilizadas en los estudios de proyectos de inversión y desarrollo;



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

por lo que es indispensable que los trabajos cartográficos y geográficos que se realicen en el país se hallen de acuerdo a lineamientos técnicos, estándares y actividades mínimas, que se debe cumplir en todo posicionamiento geodésico con el objeto de permitir la unificación de métodos y procedimientos, en un marco de referencia geodésico. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el Instituto Geográfico Nacional.



Que, con Resolución Jefatural N°135 - 2015/IGN/UCCN se dispuso la publicación del proyecto de Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global en el portal web del Instituto Geográfico Nacional, a fin de recibir las opiniones y sugerencias de los interesados por un plazo de TREINTA (30) días naturales, contados a partir de la publicación de la citada Resolución Jefatural;



Que, habiendo concluido el plazo indicado en el considerando anterior, es necesario aprobar la Norma Técnica del visto elaborada por el Ente Rector de la Cartografía en el Perú;

De conformidad a la Ley N° 27292, Decreto Supremo N° 005-DE/SG, Decreto Supremo N° 034 - 2008 - PCM, y en uso de las atribuciones conferidas por la Resolución Suprema N° 797-2014 - DE/ del 31 de diciembre de 2014;

#### **SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.-** Aprobar la Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global, que será de cumplimiento para generadores y usuarios de información obtenidas a partir del empleo del Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS).

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** Encargar a la Oficina General de Estadística e Informática del IGN, la difusión de la citada Resolución para su ejecución y cumplimiento.

**Regístrese, comuníquese y archívese.**



  
O-219745761-D  
MARCO ANTONIO MERINO AMAND  
General de Brigada  
Jefe del Instituto Geográfico Nacional



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## ÍNDICE

### Presentación

### Introducción

## CAPÍTULO I

### Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global

- 1.1. Objeto
- 1.2. Base Legal
- 1.3. Campo de Aplicación
- 1.4. Términos y Definiciones
- 1.5. Símbolos y Términos Abreviados

## CAPÍTULO II

### Consideraciones Geodésicas

- 2.1. La figura de la tierra
  - 2.1.1 El Geoide
  - 2.1.2 El elipsoide de revolución
- 2.2. Sistemas Elipsoidales de Referencia
  - 2.2.1 Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS)
  - 2.2.2 Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF)
  - 2.2.3 Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)
  - 2.2.4 Marco de Referencia Oficial

## CAPÍTULO III

### Especificaciones Técnicas para el Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global

- 3.1. Clasificación de los Puntos Geodésicos
  - 3.1.1. Punto Geodésico de Orden "0"
  - 3.1.2. Punto Geodésico de Orden "A"
  - 3.1.3. Punto Geodésico de Orden "B"
  - 3.1.4. Punto Geodésico de Orden "C"
  - 3.1.5. Punto Geodésico de Apoyo (PFCH)
- 3.2. Fases de un trabajo GNSS
  - 3.2.1. Planeamiento



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

- 3.2.2. Reconocimiento
  - 3.2.2.1. Actividades a desarrollar
- 3.2.3. Monumentación
  - 3.2.3.1. Puntos Geodésicos sobre roca madre
  - 3.2.3.2. Puntos Geodésicos sobre construcciones existentes
  - 3.2.3.3. Puntos Geodésicos sobre pilares de hormigón
  - 3.2.3.4. Preparación del pilar de concreto
  - 3.2.3.5. Identificación del punto Geodésico
- 3.2.4. Trabajos de campo
- 3.2.5. Cálculos de gabinete
- 3.2.6. Formulación de la Memoria Descriptiva

## **Anexos**

### **Referencias Bibliográficas**



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## PRESENTACIÓN

El Instituto Geográfico Nacional de conformidad a la Ley N° 27292, su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-DE/SG y el Decreto Supremo N° 034-2008-PCM que aprueba la calificación de Organismos Públicos de acuerdo a lo dispuesto por la Ley N° 29158, es un Organismo Público Ejecutor del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno, goza de autonomía técnica, administrativa y económica, constituye un pliego presupuestal del Sector Defensa; tiene por finalidad fundamental, elaborar y actualizar la Cartografía Básica Oficial del Perú, información que es proporcionada a las entidades públicas y privadas para los fines del Desarrollo y Defensa Nacional. Teniendo como función entre otras, “actuar como organismo competente del Estado para **normar** actividades geográfico - cartográficas que se ejecutan en el ámbito nacional”.

Es indispensable que los trabajos cartográficos y geográficos que se realicen en el país se hallen de acuerdo a lineamientos técnicos, estándares y actividades mínimas que se debe cumplir en todo posicionamiento geodésico con el objeto de permitir la unificación de métodos y procedimientos, en un marco de referencia geodésico. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el Instituto Geográfico Nacional.

Estos lineamientos se han establecido utilizando como referencia las especificaciones técnicas y demás textos descriptivos referidos a posicionamiento geodésico con receptores de navegación por satélite (GNSS), de diversas Instituciones generadoras de Cartografía Nacional e Internacional y la experiencia alcanzada en esta materia, por el personal técnico especializado que labora en el Instituto Geográfico Nacional, de modo que se facilite su operación, intercambio y aprovechamiento integral evitando la multiplicidad de esfuerzos y costos, homogenizando los levantamientos geodésicos que sirven de sustento a los trabajos cartográficos que realiza el sector público y privado del Estado.





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Geográfico Nacional en cumplimiento de la ley que lo faculta a normar los aspectos relacionados con la Geomática y con el fin de conseguir la homogeneidad de la información Geográfica, desarrolla la presente Norma Técnica para que las especificaciones contenidas en la misma sirvan de ayuda para encontrar pautas comunes que permitan un aprovechamiento integral y de orientación en la adopción de tecnologías avanzadas dentro del campo de la Geodesia, puesto que para utilizar correcta y eficientemente el uso de los Sistemas de Posicionamiento por Satélite, es necesario contar con un conocimiento adecuado de esta tecnología.

En las últimas dos décadas, el desarrollo de las comunicaciones y las herramientas Informáticas han producido un acrecentamiento tal en la posibilidad de obtener, almacenar, procesar e intercambiar información, que en el caso de la Geodesia se encuentra directamente relacionada con el trabajo de tipo espacial. A fin de definir con precisión la posición de un objeto en el espacio.

Para la generación de este documento se tomó como referencia los documentos de trabajo del Comité Técnico 211 de la Organización Internacional de Estandarización (ISO), ISO19111 (Referenciación Espacial por Coordenadas), cuya estructura y contenido es la que establece el modelo de los sistemas de referencia espacial por coordenadas. La norma permite trabajar con sistemas geodésicos, verticales y de ingeniería, así como con sistemas de referencia de coordenadas simples o compuestos.

Como toda Norma Técnica, está sujeta a revisión de acuerdo a las observaciones, análisis y experiencias, las mismas que servirán para que versiones posteriores sean mejoradas. Ya que el cambio de metodología en la ciencia de la Geodesia ha logrado adoptar una herramienta acorde a las precisiones que proporcionan los modernos equipos del Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS), en demanda a una sociedad que requiere de mejor calidad en la información geográfica.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## Norma Técnica Geodésica

<b>Título</b>	Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo (IGN) V1.0
<b>Identificador</b>	IGN_OGA_UCCN_2015_V1.0_004
<b>Autor</b>	Instituto Geográfico Nacional
<b>Fecha</b>	12-2015
<b>Tema</b>	Referencia Espacial por Coordenadas
<b>Estado</b>	<b>Aprobado</b>
<b>Objeto</b>	La finalidad de esta Norma es especificar y definir las propiedades y características a tener en cuenta a la hora de realizar una observación y posterior procesamiento de datos obtenidos con un receptor GNSS, en todas las etapas del proceso: planificación, observación y posterior procesamiento.
<b>Descripción</b>	Define el esquema conceptual para la descripción de la referenciación espacial por coordenadas. Describe el mínimo de datos necesarios para definir sistemas de referencia de coordenadas de dos y tres dimensiones.
<b>Contribuciones</b>	Ciro Sierra Farfán (Batallón de Ingeniería de Combate Blindado Nro. 20 "Subteniente Jorge Montenegro Gasco" Tacna) Alberto Iván Semino Valle (UGE – Provias Nacional) Mario Cesar Mendoza del Aguila (Centro de Procesamiento Geodésico -IGN)
<b>Fuente</b>	Estos lineamientos se han establecido utilizando como referencia las especificaciones técnicas y demás textos descriptivos referidos a posicionamiento geodésico estático relativo, de diversas Instituciones generadoras de Cartografía Nacional e Internacional y la experiencia alcanzada en esta materia, por el personal técnico especializado que labora en el Instituto Geográfico Nacional.
<b>Responsables</b>	Julio Llanos Alberca (Unidad de Control de Calidad y Normalización) Luis Cano Ramos (Unidad de Control de Calidad y Normalización)
<b>Documentos relacionados</b>	Norma ISO19111 "Referenciación Espacial por Coordenadas" RJ N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC "Sistema Geodésico Oficial"





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

	<p>RJ N°086-2011-IGN/OAJ/DGC “Sistema Geodésico Oficial sustentado en el Marco Internacional de Referencia terrestre (ITRF 2000)”</p> <p>RJ N° 095-2015-IGN/OAJ “Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC)”</p>
--	---



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### Versión 1.0

Nº de revisión	Fecha	Autor/ modificado por	Comentarios
01			
02			
03			
04			
05			
06			



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## Capítulo

# 1

## **NORMA TÉCNICA PARA POSICIONAMIENTO GEODÉSICO ESTÁTICO RELATIVO CON RECEPTORES DEL SISTEMA SATELITAL DE NAVEGACIÓN GLOBAL**

### **1.1. Objeto**

- a. Definir el esquema conceptual para la descripción de la referenciación espacial por coordenadas, describiendo el mínimo de datos necesarios para definir sistemas de referencia de coordenadas de dos y tres dimensiones.
- b. Establecer las especificaciones técnicas y procedimientos para la realización de trabajos de levantamiento Geodésico mediante el Sistema Satelital de Navegación Global en el ámbito de los trabajos que se ejecuten en el País.
- c. Especificar y definir las propiedades y características a tener en cuenta a la hora de realizar una observación y posterior procesamiento de datos obtenidos con un receptor GNSS, en todas las etapas desde el inicio al fin.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## 1.2. Base Legal

### Ley Nº 27292-Ley del Instituto Geográfico Nacional

#### Título II

#### Finalidad y Funciones

##### Artículo 4°.- Finalidad específica

Son finalidades específicas del Instituto Geográfico Nacional planear, normar, dirigir, ejecutar y controlar las actividades que el país requiere para el Desarrollo y la Defensa Nacional, referidos a levantamientos cartográficos, así como a los aspectos físicos y sociales inherentes a las Ciencias Geográfico-Cartográficas.

##### Artículo 5°.- Funciones

Actuar como organismo competente del Estado para normar las actividades Geográfico – Cartográficas que se ejecutan en el ámbito Nacional.

## 1.3. Campo de Aplicación

- a. Esta Norma es aplicable a generadores y usuarios de información obtenidas a partir del empleo del Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS).
- b. Esta Norma es de aplicación obligatoria para las fases del levantamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS).

## 1.4. Términos y Definiciones

En la presente norma son aplicables los términos y definiciones siguientes:

#### Achatamiento

Aplastamiento o depresión terrestre en los polos por efecto de la rotación terrestre, se expresa en forma de quebrado la relación entre la diferencia del radio ecuatorial y el polar sobre el radio ecuatorial:

$$\text{achatamiento} = f = \frac{a - b}{a}.$$

Siendo a, el radio ecuatorial y b, el radio polar.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## **Ajuste**

Es el proceso de corregir observaciones para producir los mejores valores finales de los valores desconocidos.

## **Altimetría**

Es el conjunto o estudio de operaciones, métodos y procedimientos necesarios para definir y representar, numérica o gráficamente, el relieve del terreno con el fin de determinar las cotas de los diferentes puntos del terreno, con respecto al plano horizontal de comparación.

## **Altitud**

Es la distancia vertical de un origen determinado a un punto superficial del terreno (sobre el elipsoide o geoide), considerado como nivel cero, para el que se suele tomar el nivel medio del mar.

## **Altitud ortométrica**

Es la distancia entre un punto en el terreno con respecto al geoide, medida a lo largo de la vertical del lugar. Generalmente se denomina elevación.

## **Altura**

Es la distancia vertical respecto a un plano arbitrariamente tomado como superficie de nivel, o respecto a una superficie curva real o imaginaria elegida como superficie de referencia (vertical entre el plano horizontal del observador y un punto elevado).

## **Altura de antena**

La altura de la antena es la distancia vertical desde la marca del terreno al punto de referencia de la antena (ARP).

## **ARP**

Es el punto físico en una antena GNSS. Está definido como la intersección del eje de simetría de la antena con la parte inferior de la misma, el ARP varía entre los tipos de antena (Punto de Referencia de Antena)



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### **Altura elipsoidal**

Las alturas elipsoidales ( $h$ ) representan la separación entre la superficie topográfica terrestre y el elipsoide. Dicha separación se calcula sobre la línea perpendicular a este último. Las alturas elipsoidales son obtenidas a partir de las coordenadas geocéntricas cartesianas ( $X, Y, Z$ ) definidas sobre un elipsoide de referencia (p. ej. el modelo Geodetic Reference System 1980, GRS80, o el World Geodetic System 1984, WGS84, los cuales, en la práctica, son iguales), y determinadas a partir del posicionamiento satelital de los puntos de interés.

### **Ambigüedad**

Es el número entero de ciclos desconocido de la fase portadora reconstruida contenido en un set intacto de mediciones, desde el paso de un satélite en un receptor. También conocido como ambigüedad de entero.

### **Azimut o Acimut**

Es el ángulo de una dirección contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico. Cuando se empieza a contar a partir del norte magnético, se denomina rumbo o acimut magnético. En geodesia, el acimut sirve para determinar la orientación de un sistema de triangulación. Es el ángulo que forma una línea con la dirección Norte, medida de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$  en el sentido de las agujas del reloj. El término acimut sólo se usa cuando se trata del norte geográfico.

### **Coordenadas**

Son cantidades lineales o angulares que designan la posición ocupada por un punto en un sistema de referencia.

### **Coordenadas Geográficas**

Son los Valores de Latitud y de Longitud que indican la posición horizontal de un punto sobre la superficie de la Tierra en un mapa.

### **Coordenadas planas o proyectadas**

Son las que resultan de proyectar la superficie del elipsoide sobre un plano. Los puntos proyectados son designados por la coordenada  $X$  o Norte y la coordenada  $Y$  o Este, medidas sobre dos ejes perpendiculares, trazados a partir





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

de un origen definido convencionalmente de distintas maneras, según sea el sistema de proyección elegido.

### **Datum**

Un Datum es un Sistema de Referencia Geodésico definido por la superficie de referencia precisamente posicionada y mantenida en el espacio; y es generada por una red compensada de puntos. El Datum geodésico se define como un conjunto de parámetros que especifican la superficie de referencia o el sistema de referencia de coordenadas utilizado por el apoyo geodésico en el cálculo de coordenadas de puntos terrestres; comúnmente los Datums se definen separadamente como horizontales y verticales.

### **Datum horizontal**

Punto de referencia geodésico para los levantamientos de control horizontal, del cual se conocen los valores: latitud, longitud y azimut de una línea a partir de este punto y los parámetros del elipsoide de referencia.

### **Datum vertical:**

Cualquier superficie nivelada que se toma como superficie de referencia a partir de la cual se calculan las elevaciones. Usualmente se escoge el geoide, el cual es la superficie equipotencial del campo gravitacional terrestre que mejor se aproxima al nivel medio del mar.

### **Dilución de la precisión geométrica (GDOP.- Geometric Dilution of Precisión)**

La relación entre los errores en la posición y tiempo del usuario y errores en la distancia de los satélites.

### **Dilución de precisión de posición (PDOP.- Position Dilution of Precisión)**

Expresa la relación entre el error en la posición del usuario y el error en la posición del satélite. Indica el momento en que la geometría del satélite puede facilitar los resultados más exactos.

### **Efemérides GNSS**

Es una tabla de valores que da las posiciones de los satélites GNSS en un momento dado. Existen dos tipos: Precisas y Transmitidas.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

Las efemérides transmitidas, sirven para determinar la posición del satélite en la órbita, vienen en el mensaje de navegación, se actualizan generalmente cada hora, están basadas en datos de observaciones de pseudodistancias tomadas en las estaciones de control del sistema, son predicciones de los parámetros reales, tienen una precisión de orden métrico y están referidas al sistema de referencia WGS84.

Las efemérides precisas, poseen determinaciones orbitales XYZ de alta precisión, realizadas por diferentes agencias o instituciones, se transmiten en coordenadas tridimensionales, se emplean los datos de pseudodistancias y fase, registrados por estaciones permanentes diseminadas por todo el mundo, son facilitadas por el IGS ([https://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods\\_cb.html](https://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html)), representan la órbita real del satélite, tienen una precisión de orden decimétrico y están referidas a un ITRF (International Terrestrial Reference Frame), se dividen en tres: Ultra rápida (Las combinaciones ultrarrápida se liberan cuatro veces al día [en 0300, 0900, 1500 y 2100 UT] y contienen 48 horas de valor de las órbitas; la primera media calculada a partir de las observaciones y la segunda media predice la órbita. Los archivos se denominan de acuerdo con el tiempo de punto medio en el archivo: 00, 06, 12 y 18 UT.), las Rápidas (El producto rápido está disponible con aproximadamente 17 horas de latencia) y la Final (Las combinaciones finales están disponibles a los 12 días de latencia).

### **EGM 2008**

Modelo matemático de geoide a escala global desarrollado por la National Geospatial Intelligence Agency (NGA) de los Estados Unidos de América en el año 2008. Se trata de un modelo establecido para la transformación entre alturas.

### **Elipsoide de Referencia**

Es la superficie formada por la revolución de una elipse alrededor de su eje menor y usado como dato de comparación en levantamientos geodésicos del globo terrestre. Es la figura matemática que más se aproxima al Geoide, siendo sencilla de definir matemáticamente.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### **Error Medio Cuadrático (EMC) (RMS)**

Es la raíz cuadrada del cociente entre la suma de los cuadrados de los errores aleatorios y el número de errores menos uno, se minimiza con una solución por el método de los cuadrados mínimos. Proporciona una medida estadística de la dispersión de las posiciones calculadas en torno a la "posición mejor ajustada". A menor EMC mayor precisión.

### **Errores por Trayectoria Múltiple y Multipath**

Conocido también como error multisenda, es un error de posicionamiento resultado de la interferencia entre ondas de radio que han viajado entre el transmisor y el receptor por dos caminos de longitud eléctrica diferente.

### **Estación de Rastreo Permanente (ERP)**

Es una instalación fija cuya ubicación se ha determinado con precisión y exactitud donde un receptor del GNSS recibe las señales de los satélites y una interface de internet, telefónica o radial emite estas señales al Centro de Procesamiento.

### **Estación base**

Es aquella que siendo extremo de un vector se asume como de coordenadas conocidas. También se la suele llamar "estación de referencia".

### **Geoide**

Es la superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que mejor se ajusta al nivel medio del mar sin perturbaciones y que es perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad y que se extiende de manera continúa

por debajo de los continentes. Es la superficie de nivel, equipotencial en el campo de la gravedad, que adopta la forma de esferoide irregular tridimensional.

### **GNSS**

Acrónimo de Global Navigation Satellite Systems, utilizado para denominar al conjunto de sistemas de posicionamiento satelital e incluye a los actuales NAVSTAR-GPS, GLONASS y a los nuevos sistemas de la Unión Europea GALILEO, el chino BEIDOU, el japonés QZSS y el Indio IRNSS.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### **ITRF = International Terrestrial Reference Frame**

Marco de Referencia Terrestre Internacional, materializado y mantenido por el IERS. Sus coordenadas están relacionadas a un sistema con origen en el centro de masa de la Tierra (incluidos los océanos y la atmósfera) y orientación de sus ejes consistentes con las resoluciones emanadas de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) y la Unión Astronómica Internacional (IAU). Las coordenadas de los puntos cambian con el tiempo. El sistema de referencia terrestre internacional convencional se materializa a través de las coordenadas de una serie de estaciones distribuidas por todo el mundo en ese sistema de referencia, constituyendo el ITRF (Internacional Terrestrial Reference Frame), establecido y mantenido por la IERS.

### **Línea base**

Línea que realiza una medición tridimensional entre dos estaciones, en las que se han capturado y procesado datos GNSS simultáneos con técnicas de diferenciación.

### **Marco de referencia (geodésico)**

Es la materialización de un sistema de referencia a través de un conjunto de estaciones de control fijas, establecidas sobre la superficie terrestre por sus respectivas coordenadas y correspondientes variaciones en el tiempo.

### **Máscara de elevación**

Es el ángulo de elevación mínimo que tendrán los equipos GNSS para recibir señal de los satélites. Este ángulo es configurable y se considera como ideal 10° de elevación para evitar problemas de interferencia causados por edificios, árboles y errores de multipath.

### **Meridiano**

Es una línea de referencia (semicírculo) que se define por su correspondiente longitud, (como el meridiano de Greenwich), que va de polo a polo del globo terráqueo. Todos los puntos que pertenezcan al mismo meridiano se caracterizan por tener la misma hora local.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### **Meridiano de Greenwich**

Meridiano origen que pasa por el Observatorio Real de Greenwich, e indica los cero grados de longitud, a partir del cual se miden todos los meridianos hacia el este y al oeste.

### **Partes por millón (ppm)**

Expresión del error relativo usado frecuentemente para referirse al error en la determinación de distancias.

### **Posicionamiento diferencial**

Determinación de las coordenadas de un punto, mediante una técnica satelital en forma relativa respecto de una estación base.

### **Posicionamiento puntual o absoluto**

Determinación de las coordenadas de un punto en forma aislada.

### **Post-procesamiento**

Procesamiento de datos obtenidos en el terreno después de la observación GNSS.

### **Precisión**

Grado de consistencia entre los valores observados de una determinada magnitud o su repetitividad basada en el grado de discrepancia entre los valores observados.

### **Red Geodésica**

Es el conjunto de puntos denominados vértices, materializados físicamente sobre el terreno, entre los cuales se han realizado observaciones geodésicas, con el fin de determinar su precisión tanto en términos absolutos como relativos. Una red Geodésica es la estructura que sostiene toda la cartografía de un territorio.

### **RINEX**

Acrónimo de Receiver Independent Exchange Format, es el formato universal de intercambio entre receptores independientes. Fichero ASCII con información legible por cualquier software de diferentes marcas.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## SIRGAS

Acrónimo de Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Constituye una densificación continental del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).

### Solución fija

La solución que se obtiene, cuando el procesador de líneas base resuelve la búsqueda de ambigüedad y se han fijado en sus valores enteros, y lo hace con una fiabilidad que le permite seleccionar el mejor conjunto de enteros.

### Solución flotante

Se obtiene cuando el procesador de líneas base no es capaz de resolver la búsqueda de ambigüedad del entero con suficiente fiabilidad y, por lo tanto, no logra seleccionar el mejor conjunto de enteros. Se denomina 'flotante' porque la ambigüedad incluye una parte fraccionaria.

### Varianza

Medida de dispersión, alrededor del promedio probable de una cantidad evaluada normalmente mediante la expresión:

$$s_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 \right) - \bar{X}^2$$

Siendo:

- $X_i$ : cada dato
- $n$ : El número de datos
- $\bar{X}$ : la media aritmética de los datos

### Velocidad

En el contexto de la geodesia moderna, es el cambio de las coordenadas en función del tiempo, originado fundamentalmente por el movimiento de las placas tectónicas. Se expresa en mm/año.

### WGS 1984

El WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984). Se trata de un sistema de referencia creado por la Agencia de Mapeo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América (Defense Mapping Agency - DMA).



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## 1.5. Símbolos y Términos Abreviados

- **GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistema Satelital de Navegación Global)
- **UTM:** Universal Transversa de Mercator
- **DOP** Dilution Of Precision (Dilución de la precisión)
- **GDOP** Geometric Dilution Of Precision (Dilución geométrica de la precisión)
- **NAVSTAR** Navigation System with Time and Ranking (Sistema de navegación en tiempo y distancia)
- **PDOP** Position Dilution of Precision (Dilución de la precisión en la posición)
- **RINEX** Receiver Independent Exchange (Intercambio independiente del receptor)
- **RMS** Root mean square (Error medio cuadrático)
- **ERP** Estaciones de rastreo permanente
- **REGPMOC** Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## Capítulo

# 2

## CONSIDERACIONES GEODÉSICAS

La Geodesia, es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición, se incluye también la orientación y posición de la tierra en el espacio.

Una parte fundamental de la geodesia es la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre mediante coordenadas (latitud, longitud, altura). La materialización de estos puntos sobre el terreno constituye la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) como la Red Geodésica Horizontal Oficial.

Los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para su obtención, sitúan a la geodesia como una ciencia básica para otras disciplinas, como la topografía, fotogrametría, cartografía, ingeniería civil, navegación, sistemas de información geográfica, entre otras.

Desde el punto de vista del objetivo de estudio, se puede establecer una división de la geodesia en diferentes especialidades, aunque cualquier trabajo geodésico requiere la intervención de varias de estas subdivisiones:

- **Geodesia geométrica:** Determinación de la forma y dimensiones de la Tierra en su aspecto geométrico, lo cual incluye fundamentalmente la determinación de coordenadas de puntos en su superficie.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

- **Geodesia física:** Estudio del campo gravitatorio de la Tierra y sus variaciones, mareas (oceánicas y terrestres) y su relación con el concepto de altitud.
- **Geodesia Astronómica:** Determinación de coordenadas en la superficie terrestre a partir de mediciones a los astros.
- **Geodesia espacial:** Determinación de coordenadas a partir de mediciones efectuadas a satélites artificiales cuya observación resulta más cómoda y precisa que la tradicional. Aplica técnicas tridimensionales y resuelve todos los problemas de la Geodesia tanto geométricos como dinámicos y relación con la definición de sistemas de referencia.

## 2.1 La Forma de la Tierra y Superficies de Referencia

Para hacer cálculos sencillos y aproximados, normalmente se asocia la **Tierra** con una esfera. Sin embargo, la forma de nuestro planeta es más compleja: la Tierra está achatada por lo polos, el hemisferio sur es un poco más voluminoso que el norte, y tiene una cierta rugosidad debida al relieve del terreno.

Es por esto que la **geodesia**, que es la ciencia que tiene por objeto estudiar la forma y dimensiones de la Tierra, establece una aproximación a la forma de la Tierra, denominada **elipsoide**. Esto se debe a que el elipsoide es una figura matemática que responde a fórmulas analíticas, de manera que permite hacer cálculos apoyándose en él.

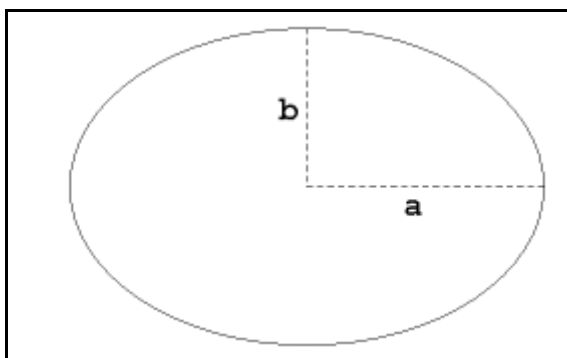
Existen diferentes modelos de elipsoides utilizados denominados. Las diferencias entre éstos vienen dadas por los valores asignados a sus parámetros más importantes:

**Semieje ecuatorial** (a) o semieje mayor: Longitud del semieje correspondiente al ecuador, desde el centro de masas de la Tierra hasta la superficie terrestre.

**Semieje polar** (b) o semieje menor: Longitud del semieje desde el centro de masas de la Tierra hasta uno de los polos. El elipsoide se genera por la revolución de una elipse alrededor de éste.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

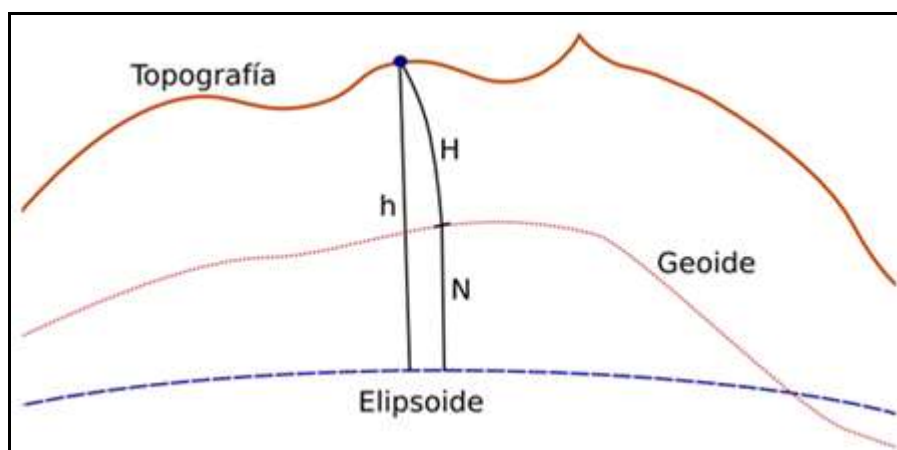


*Elipse*

Uno de los elipsoides de referencia más utilizados actualmente es el denominado World Geodetic System 84 (WGS-84), desarrollado por el Departamento de Defensa de los EEUU, y que tiene como origen el centro de masas de la Tierra. Su popularidad se debe a que es utilizado por el GNSS. Cuando medimos con un receptor del GNSS, las coordenadas calculadas están referidas a este elipsoide.

No obstante a pesar de ser una figura matemática sencilla, el elipsoide no es la figura que más se asemeja a la forma terrestre ni es la adecuada a la hora de medir altitudes. La superficie de referencia adecuada para referir las altitudes se asemeja al nivel medio del mar. El agua de los océanos del globo busca estar en equilibrio, y por ello tiende a seguir una superficie gravitatoria equipotencial.

Es por esto que se introduce una nueva figura, esta vez irregular, llamada **geoide**, definida como la superficie equipotencial del campo gravitatorio de la Tierra, que mejor se ajusta al nivel medio global del mar. Una de las consecuencias de esta definición es que el geoide es siempre perpendicular al vector de gravedad local en cada punto.



*Las tres superficies de la Tierra.*



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

De este modo, las alturas de un mismo punto referidas al elipsoide y al geoide no son iguales. La diferencia entre la altura de un punto referida al elipsoide ( $h$ , altura elipsoidal) y la medida desde el geoide ( $H$ , altura ortométrica) se denomina ondulación del geoide ( $N$ ).

## 2.2. Sistema Geodésico Oficial

Sistema conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, implementada y administrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN); constituye el sistema de referencia único a nivel nacional, el cual se encuentra integrado al Sistema de Referencia Mundial.

Está materializado por puntos localizados dentro del ámbito del territorio nacional, mediante monumentos o marcas, que interconectados permiten la obtención conjunta o por separado de su posición geodésica (coordenadas), altura o del campo de gravedad, enlazado al sistema de referencia nacional.

## 2.3. Red Geodésica Horizontal Oficial

Es la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 – International Terrestrial Reference Frame 2000 (ITRF2000) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 2000.4 relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 – Geodetic Reference System 1980 (GRS80). La Red Geodésica Geocéntrica Nacional está conformada por las Estaciones de Rastreo Permanente (ERP) y los hitos o señales de orden “0”, “A”, “B” y “C”, distribuidos dentro del ámbito del Territorio Nacional, los mismos que constituyen bienes del Estado. Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado además el World Geodetic System 1984 (WGS84).

## 2.4 Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC)

Es un conjunto de estaciones GNSS de referencia de operación continua distribuida estratégicamente en el territorio nacional, que materializan el Sistema Geodésico WGS84, y proporcionan servicios de posicionamiento geodésico a los usuarios mediante datos en línea y coordenadas en el marco oficial ITRF2000. Se compone básicamente de un receptor GNSS estático que se posiciona de manera permanente en una localidad geográfica conocida, y recolecta datos de posicionamiento las 24 horas del día, 7 días a la semana y los 365 días del año.





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

Estos datos son transmitidos por medio de una red de computadoras hacia un servidor central, en donde estos son almacenados para su uso posterior.

## 2.5 Red Geodésica Vertical Oficial

Es la Red Geodésica de Nivelación Nacional, a cargo del Instituto Geográfico Nacional, la misma que tiene como superficie de referencia el Nivel Medio del Mar, conformado por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) distribuidos dentro del ámbito del territorio nacional a lo largo de las principales vías de comunicación terrestre, los mismos que constituyen bienes del Estado.

## 2.6 Elipsoide Geodésico de Referencia

Elipsoide : GRS80 Geodetic Reference System 1980

Datum : Geocéntrico

Semi Eje Mayor : 6 378 137 metros

Semi Eje Menor : 6 356 752,31414 metros

Achatamiento : 1/298,257222101

Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodesic System 1984 (WGS84), con los siguientes parámetros.

Elipsoide : WGS84 (World Geodesic System 1984)

Datum : Geocéntrico

Semi Eje Mayor : 6 378 137 metros

Semi Eje Menor : 6 356 752,31424 metros

Achatamiento : 1/298,257223563



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## Capítulo

# 3

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL POSICIONAMIENTO GEODÉSICO ESTÁTICO RELATIVO CON RECEPTORES DEL SISTEMA SATELITAL DE NAVEGACIÓN GLOBAL

El acelerado desarrollo de la tecnología de la información permite en la actualidad la administración digital de datos, entre los que se destaca la información espacial, cuyo almacenamiento, consulta, administración y presentación son una parte esencial de la revolución informática que se adelanta en el ámbito global.

Hoy por hoy, los diferentes proyectos en la planeación y desarrollo de las actividades humanas requieren de su ubicación espacial, la cual está dada por la localización geográfica. Dicha localización se expresa mediante coordenadas geográficas (latitud, longitud) o planas (Norte, Este), las cuales son la base de todos los sistemas de información geográfica.

### 3.1. Clasificación de los Puntos Geodésicos

Con el objeto de unificar un marco de referencia geodésico, todos los trabajos de georreferenciación estarán referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN). Los puntos geodésicos en el territorio nacional se clasifican de la siguiente manera:



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### **3.1.1. Punto Geodésico Orden “0”**

Este orden es considerado a nivel continental, y están destinados para estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre, de sus efectos geodinámicos y trabajos en los que se requiera una precisión a un nivel máximo de 4.00 mm; estos puntos servirán para la densificación de la Red Geodésica Nacional.

### **3.1.2. Punto Geodésico Orden “A”**

Este orden debe aplicarse para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm.

### **3.1.3. Punto Geodésico Orden “B”**

Este orden se destina a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 mm. Los trabajos que se hagan dentro de esta clasificación deben integrarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse junto con ella.

### **3.1.4. Punto Geodésico Orden “C”**

Este orden debe destinarse al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm

### **3.1.5 Puntos de apoyo (PFCH)**

Estos son puntos geodésicos característicos de los puntos geodésicos de orden “C”, no son monumentados y se destinarán a los puntos de fotocontrol de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de desarrollo urbano – rural, el nivel de precisión de estos puntos no serán mayores a 10.00 mm.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

- Todo punto geodésico a ser establecido, debe estar enlazado a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional.
- El enlace debe realizarse con los procedimientos de observación correspondientes al orden de precisión del levantamiento que actualmente se esté efectuando.
- Para los puntos geodésicos de orden “0”, “A” o “B”, la correlación se establecerá realizando observaciones dentro de una figura geométrica circunscrita (en lo posible), con un mínimo de ocho lados para el orden “0” y un mínimo de tres lados para los de orden “A” y “B”; para los puntos geodésicos de orden “C” y los puntos de apoyo, la correlación será a través de una línea base; siguiendo los siguientes parámetros:

Número mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	ENLACE
0	8			RED
A	3	3		RED
B	3	3	3	RED
C	1	1	1	LÍNEA BASE
APOYO (PFCH)	1	1	1	LÍNEA BASE

Separación de las estaciones	0	A	B	C	APOYO (PFCH)
Separación máxima (km) entre estaciones bases dentro del área del proyecto.	4000	1000	500		
Separación máxima (km) entre estaciones bases y el punto a establecer	3500	500	250	100	100

### 3.2. Fases de un trabajo GNSS

Todo levantamiento geodésico deberá ejecutarse siguiendo una secuencia operativa que en el orden indicado contemple las siguientes etapas:

- Planeamiento
- Reconocimiento
- Monumentación
- Trabajos de campo



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

- Cálculos de gabinete
- Formulación de la memoria descriptiva

### 3.2.1. Planeamiento

El planeamiento está ligado al estudio de pre – evaluación, por lo que se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a. Establecer los rangos de exactitud y precisión mínimos y máximos posicionales de acuerdo a las características y necesidades del proyecto. Así mismo se debe tener en cuenta la viabilidad de la ubicación de los puntos para lo cual se deben ser graficadas sobre una cartografía oficial existente.
- b. El plazo y periodo propuesto para cada punto geodésico, deben anotarse en un cronograma de ejecución.
- c. Los recursos económicos, humanos y logísticos, deben estar disponibles en el periodo propuesto.
- d. En el emplazamiento de tales conjuntos de puntos geodésicos, deben determinarse; la no existencia de obstáculos, ausencia de perturbaciones en la señal (como tendidos eléctricos, torres de telecomunicaciones, etc.), vías de acceso y otros, sobre una cartografía oficial.
- e. Las informaciones sobre la ubicación y características del lugar, las estaciones de rastreo permanente próximas, las estaciones fijas disponibles próximas y las instituciones gubernamentales (como los gobiernos regionales, municipalidades, etc.), deben anotarse en un cuaderno de trabajo.
- f. Los trabajos de campo correspondientes a la obtención de puntos geodésicos GNSS requerirán previamente de una planificación a fin de asegurar la mejor eficiencia en términos de costo y tiempo.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

### 3.2.2. Reconocimiento

Luego del planeamiento, se requiere reconocer los sitios seleccionados a fin de conocer detalles que pudieran no aparecer en la cartografía existente, como por ejemplo, altura de árboles, edificaciones recientes, áreas con acceso restringido, etc.

Se verificarán sobre el terreno, las características definidas en el planeamiento y establecer las condiciones y modalidades no previstas en el mismo.

- a. Verificar el funcionamiento de la estación de rastreo permanente o la existencia y buena conservación física de los puntos geodésicos bases a utilizar.
- b. Localizar y determinar las condiciones de estabilidad de los puntos geodésicos de cota fija próximos pertenecientes a la red nacional para, en caso de ser necesario, contar con alturas ortométricas.
- c. Seleccionar en el terreno el área o áreas adecuadas para el establecimiento de punto o puntos geodésicos definitivos o permanentes tomando como referencia la densificación realizada en el planeamiento.
- d. Comprobar las condiciones de observación en cada área.
- e. Determinar que el terreno debe tener una estabilidad razonable para garantizar la permanencia del punto geodésico que se establezca. Deben evitarse los terrenos erosionables o sometidos a procesos de deslizamientos, inundaciones entre otros.
- f. El área a colocar el punto o puntos geodésicos reunirán las siguientes condiciones:
  - Cielo despejado sobre los 10° desde el horizonte.
  - Evitar la existencia de superficies reflectantes a menos de 50 metros del punto geodésico a establecer (como espejos de



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

agua, techos planos metálicos o cubiertos de materiales reflectantes, u otros). A menores distancias afectarán: las paredes u otras construcciones de mampostería, líneas de transmisión de energía o antenas de equipos de comunicación, puestos de vigilancia, etc.

- Fácil acceso y lugar apropiado para su estacionamiento sin provocar perturbaciones.
  - Procurar que el agua de lluvia o de cualquier otra procedencia fluya rápidamente para que el punto geodésico se mantenga seco, con lo que además se protege la marca contra los efectos de la oxidación.
  - Determinar el diseño más adecuado a establecer según las características de la zona.
- g. En caso de localizarse puntos geodésicos de otros proyectos o redes, cuya ubicación reúna las características establecidas, serán utilizadas a fin de evitar la proliferación de puntos geodésicos que confundan a los usuarios.
- h. Elaborar un legajo de campo indicando todas las observaciones en un croquis y anotando en una cartografía oficial los puntos geodésicos cercanos al área de trabajo, así como las vías de acceso. En caso de ser necesario, se actualizará el legajo.
- i. Confeccionar un croquis descriptivo del sitio elegido, colocar sus coordenadas aproximadas y el mejor camino para su acceso. La información mínima requerida es la siguiente: denominación del proyecto, institución, operador, fecha, denominación del punto, nomenclatura, coordenadas aproximadas, tipo de marca, ubicación de la marca acimutal si fuera el caso, forma de acceso desde una
- j. localidad o vías de comunicación principal, persona de contacto, tipo de suelo, otras marcas geodésicas existentes, energía eléctrica



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

(distancia a la que se encuentra disponible), diagrama de horizonte con las obstrucciones existentes, lugares de aprovisionamiento de combustibles y víveres, estado de los caminos y duración del recorrido, necesidad de vehículos especiales, etc.

- k. Al término del reconocimiento, elaborar un informe de campo indicando todas las observaciones obtenidas y complementando con información gráfica sobre una cartografía oficial existente.

### 3.2.3. Monumentación

Dependiendo del informe de reconocimiento, se debe utilizar uno de los siguientes tipos de monumentación con las siguientes características.

#### 3.2.3.1 Puntos geodésicos sobre roca madre

Se incrustaran fierros, pernos, tornillos grandes o discos sobre rocas madres y estarán fijados con cemento o material similar, acompañado de una señal de identificación del punto geodésico según lo especificado en la identificación del punto geodésico.

#### 3.2.3.2 Puntos geodésicos sobre construcciones existentes

Se incrustaran fierros, pernos, tornillos grandes o discos sobre construcciones existentes (edificios o construcciones de fácil acceso) y estarán fijados con cemento o material similar que aseguren una razonable estabilidad y permanencia en el tiempo, estarán acompañado de una señal según lo especificado en la identificación del punto geodésico.

#### 3.2.3.3 Puntos geodésicos sobre pilares de hormigón

Estos puntos geodésicos se construirán de concreto ciclópeo, según modelo del anexo N° 4.

Para su construcción, se tomará en cuenta las características geológicas locales del suelo y las condiciones ambientales, a fin de asegurar su permanencia por un largo periodo de tiempo. En caso que el terreno sea arenoso o suelto, se colocaran dos fierros corrugados de 1/2", después de agregar el concreto,





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

estos abarcarán una profundidad adecuada a fin de evitar las posibilidades de erosión, con un mínimo de 15 cm., por debajo de la base del pilar.

Se deberá ejercer el criterio de construirlos con la solidez que las circunstancias locales ameriten en función de las posibilidades de deterioro o destrucción accidental o intencional.

Sobre este pilar se colocará la señal de identificación del punto geodésico fijándose en el centro de la parte superior del pilar.

Las inscripciones deben hacerse en la señal de identificación antes de su fijación al pilar.

#### **3.2.3.4 Preparación del pilar de concreto**

El pilar de concreto debe construirse de acuerdo con las especificaciones que se indican, tal que asegure su estabilidad y resistencia en el tiempo:

- Será de forma cuadrangular.
- La Base y tope será cuadrangular de 40 cm de lado.
- La Profundidad será según el terreno (no < de 60 cm.)
- De ser necesario, se deberá colocar dos fierros corrugados de ½".

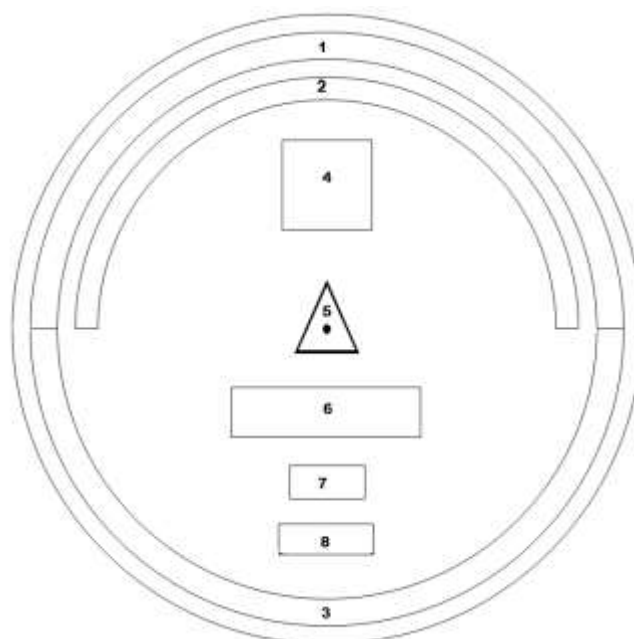
#### **3.2.3.5 Identificación del punto geodésico**

La identificación será de una pieza metálica (de preferencia Bronce), que define el punto geodésico de referencia (origen de coordenadas). La identificación, tendrá las siguientes especificaciones:

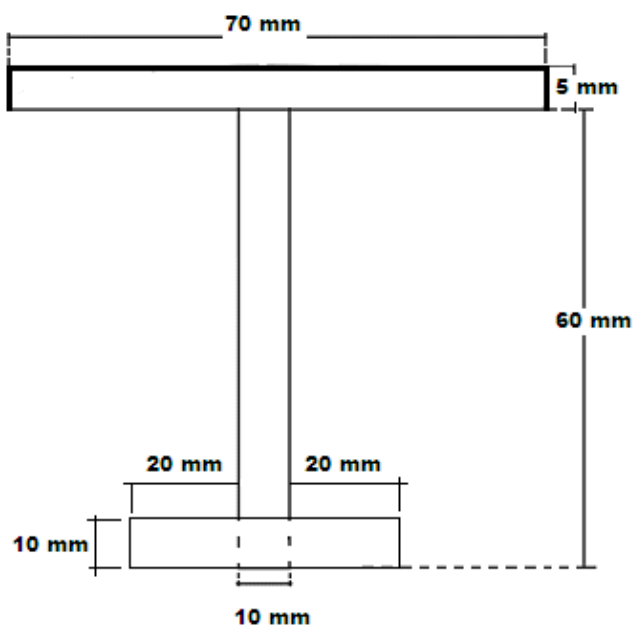
- La parte superior es de forma circular de 70 mm de diámetro, con un espesor de 5 mm.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo



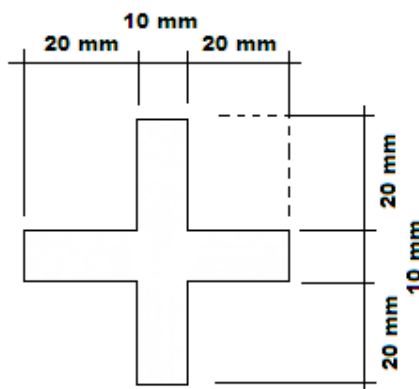
- La parte media tiene longitud de 60 mm. de forma tubular, con un grosor de 10 mm.



- La parte inferior de anclaje será en forma de cruz de forma tubular de 10 mm de grosor y de 50 mm de longitud.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo



La identificación tendrá inscritas las siguientes especificaciones:

- En el espacio 1, irá el nombre de la Institución se ubicará en el área establecida de forma centrada con el tipo de letra Arial y de 4 mm.
- En el espacio 2, irá el escrito **“SE PROHIBE DESTRUIR”** de forma centrada y con el tipo de letra Arial y de 3 mm.
- En el espacio 3, irá el escrito **“PROPIEDAD DEL ESTADO”** de forma centrada y con el tipo de letra Arial y de 4 mm.
- En el espacio 4, irá el orden del punto con el tipo de letra Arial y de 10 mm.
- En el espacio 5, irá un triángulo equilátero de 7 mm, con un punto de 1 mm en el centro.
- En el espacio 6, irá el código del punto a establecer, el cual será solicitado al IGN, y se escribirá con el tipo de letra Arial y de 5 mm.
- En el espacio 7, irá en tres cifras el mes que fueron tomados los datos de los satélites con tipo de letra Arial y de 4 mm.
- En el espacio 8, irá el año de la observación con el tipo de letra Arial y de 4 mm.

Todo punto geodésico deberá tener su identificación.

### 3.2.4. Trabajos de campo

Según la naturaleza del trabajo a desarrollar, se establecerán los requisitos en cuanto a condiciones de observación que debe presentar



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

un punto geodésico, así como las características particulares de su naturaleza.

Para los puntos geodésicos de orden “C”, deberán quedar definidas las condiciones de observación en lo que respecta a tiempos de observaciones mínimos en cada línea base, GDOP máximo permitido, intervalo de registro o épocas, la máscara de elevación a emplear, el número mínimo de satélites y repetición de medidas de líneas base.

En trabajos de exactitud posicional para puntos geodésicos de orden “C”, la distancia de línea base determinará el tipo de receptor a emplear. En ningún caso se usaran equipos mono frecuencia para distancias superiores a 20 Km. Las observaciones estarán directamente relacionados con la longitud de línea base, aumentando estos a medida que aumente dicha distancia.

Deben quedar especificadas las propiedades y particularidades del entorno del punto geodésico sobre el que se va a realizar la medida. No se admitirán situaciones y ubicaciones donde se produzcan alteraciones y/o perturbaciones en la señal tales como observación de puntos geodésicos próximos a torres eléctricas o de telecomunicaciones, tendidos eléctricos, etc., determinados por el equipo de reconocimiento. Una vez colocado los puntos geodésicos permanentes y designados los puntos de apoyo, se iniciará la toma de datos mediante el sistema GNSS, los datos los recogen los equipos de campo en los puntos geodésicos designados por los equipos de reconocimiento (debido a las múltiples variables inherentes a una medida GNSS no existe una fórmula exacta para determinar los tiempos de observación necesarios, los tiempos de ocupación serán dependientes de la longitud de línea base, número de satélites, GDOP y de las características del equipo empleado, la ocupación del punto geodésico deberá ser lo suficientemente amplia en tiempo de forma que garantice la determinación de la ambigüedad en la solución de la línea base para trabajos con medida de fase).

Los registros GNSS se harán durante el tiempo y en los períodos que se especifiquen para cada caso, teniendo en cuenta que las medidas en



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

condiciones meteorológicas negativas (granizadas, tormentas, etc.) podrían influenciar en el resultado final y en todo caso no más allá de los límites de operación y especificación técnica proporcionado por el fabricante del instrumento.

Se aconseja exceder las observaciones recomendadas a los valores expuestos, especialmente en aquellas líneas bases donde la ocupación sea dificultosa.

Los procesamientos y comprobaciones de campo se considerarán como parte integral de las observaciones, deberán hacerse inmediatamente al final de las mismas. Tendrán como propósito verificar la coherencia de los trabajos.

En la toma de datos de cualquier orden de punto geodésico, obtenido por técnicas diferenciales del sistema satelital de navegación global, en los trabajos de campo se debe formular el diario de observación (Anexo N° 2)

Para trabajos con medida de fase, se prepararan y realizaran actividades de trabajo de campo de la siguiente manera:

**a. Puntos geodésicos de orden “0”**

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “0”, se utilizará el método relativo estático, apoyado con no menos de seis puntos geodésicos del mismo orden a nivel continental, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 4,000 Km al punto geodésico que se quiere instalar, con un intervalo de registro no mayor a 15 segundos, considerando el tiempo continuo mínimo en el cambio de dos ciclos de la luna (14 días), con una elevación de la máscara no mayor a diez (10) grados sobre el horizonte (preferiblemente a cero grados) y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

**b. Puntos geodésicos de orden “A”**

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “A”, se utilizará el método relativo estático, apoyado con no menos de



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

tres puntos geodésicos de orden “0” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 500 Km al punto geodésico que se quiere instalar, con un intervalo de registro no mayor a 15 segundos, considerando el tiempo continuo mínimo en el cambio de un ciclo de la luna (7 días), con una elevación de la máscara no mayor a diez (10) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

**c. Puntos geodésicos de orden “B”**

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “B”, se utilizará el método relativo estático, apoyado con no menos de tres puntos geodésicos de orden “0” ó tres puntos geodésicos de orden “A” ó tres puntos geodésicos de orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 250 Km al punto geodésico que se quiere instalar, con un intervalo de registro no mayor a 5 segundos, considerando el tiempo continuo mínimo en el cambio de dos séptimos de ciclo de la luna (2 días), con una elevación de la máscara no mayor a diez (10) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

**d. Puntos geodésicos de orden “C”**

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de orden “C”, se utilizará el método relativo estático, estos se obtendrán con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere establecer, considerando el tiempo continuo de observación no menor a 900 registros o épocas (de coincidencia con la base), a no menor de un (1) segundo ni mayor de cinco (5) segundos de sincronización (con la base), con una elevación de la máscara no mayor a quince (15) grados sobre el horizonte y con el rastreo permanente no menor de 4 satélites.

**e. Puntos de apoyo (PFCH)**

Para la toma de datos de todos los puntos geodésicos de apoyo (PFCH), podrán obtenerse por técnicas diferenciales del Sistema



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

Satelital de Navegación Global anteriormente descritas, estos se obtendrán con apoyo mínimo de un (1) punto geodésico de orden “0”, ó un (1) punto geodésico de orden “A” ó un (1) punto geodésico de orden “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico que se quiere apoyar. Considerando el tiempo de observación igual que los puntos geodésicos de orden “C”.

### 3.2.5. Cálculos de gabinete

Los cálculos de gabinete estarán constituidos por todas aquellas operaciones que en forma ordenada y sistemática, calculen las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinar los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida.

Los datos se podrán procesar en cualquier software de procesamiento geodésico, dependiendo del orden del punto geodésico y de su precisión.

Para los cálculos en gabinete, se tendrá en cuenta lo siguiente:

#### Puntos geodésicos de orden “0” y “A”

##### Efemérides

Se utilizarán las efemérides precisas finales (de 13 días) y se calcularán con un software científico.

##### Precisión:

##### Orden “0”

Horizontal: hasta 4.0 mm

Vertical: hasta 6.0 mm

##### Orden “A”

Horizontal: hasta 6.0 mm

Vertical: hasta 8.0 mm

#### Puntos geodésicos de orden “B”

##### Efemérides

Se utilizarán las efemérides precisas rápidas (de 17 horas) y se calcularán con un software comercial.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

**Precisión:****Orden “B”**

Horizontal: hasta 8.0 mm

Vertical: hasta 10.0 mm

**Puntos geodésicos de orden “C” y puntos geodésicos de apoyo (PFCHV)****Efemérides:**

Para los puntos geodésicos de orden “C”, se utilizarán las efemérides precisas ultra rápidas (de 3 horas), los puntos geodésicos de apoyo, se utilizarán las efemérides transmitidas, y se calcularán con un software comercial.

**Precisión:**

Horizontal: hasta 10.00 mm

Vertical: hasta 15.00 mm

**Tipo de solución:**

Según el proyecto a realizar se utilizarán: solución fija o solución flotante. Los resultados del cálculo trabajando con fase deben dar fija (fijando las ambigüedades).

En el caso de no fijarse las ambigüedades, se obtendrá una solución flotante, la cual presentará una no muy buena exactitud en posición; y, dependiendo del uso, aplicación y funcionalidad de las coordenadas, se podrán emplear o no las soluciones flotantes.

Para puntos monumentados en el terreno, tales como bases de replanteo, vértices, puntos a emplear en cálculos que se van a emplear para darle coordenadas a otros puntos, una vez calculada la línea, siempre tendrán que presentar una solución fija.

**Error medio cuadrático (RMS):**

Un buen RMS posiblemente no siempre implique buenos resultados, no obstante será un buen indicador a tener en cuenta.

**3.2.6. Formulación de la Memoria Descriptiva**

Se presentará una memoria descriptiva indicando lo siguiente:





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

a. Antecedentes

Se describe en forma clara y sucinta los antecedentes referidos a las circunstancias que dieron origen al proyecto, indicando a los participantes que hubiesen promovido o participado en la ejecución del proyecto.

b. Ubicación

Se coloca la ubicación geográfica del proyecto mencionado, el nombre de área o caserío, centro poblado, distrito, provincia y departamento (siempre que estén tomados como referencia); latitud y longitud respecto a las coordenadas geográficas y altitud promedio sobre el nivel del mar del área de trabajo.

Lo mencionado anteriormente se debe traducir en un plano o mapa indicando la escala correspondiente.

c. Accesibilidad

Se describe las vías de acceso que permitan la conexión entre la ubicación del proyecto y la ciudad o ciudades principales incluyendo la ciudad capital, indicando las características de las vías, distancias correspondientes y tiempo promedio de desplazamiento por tipo de vehículo o medio de transporte.

d. Clima y vegetación

Se describe las condiciones climáticas indicando las variaciones que ocurre en las cuatro estaciones del año, temperatura, precipitaciones pluviales, viento, humedad relativa, polvo, neblina, frecuencia y efectos sobre el proyecto. Características de la vegetación en la zona del proyecto, ventajas y desventajas sobre el mismo.

e. Fisiografía y topografía

Descripción del tipo de terreno, de los fenómenos que en él se producen; relieve y accidentes naturales del área donde se ubica y los que circundan al proyecto.



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

f. Descripción del proyecto

Se realizará una descripción del proceso del proyecto indicando lo siguiente:

Coordinación

Se describirá en forma clara con quien se tomo conocimiento de los trabajos a realizar, así como el cronograma de actividades a realizarse.

Organización

Se realizará una lista del personal y equipos empleados en el proyecto, indicando la especialidad del personal y marca de los equipos.

Ejecución

Se presentará una descripción de la ejecución del proyecto, así como el método empleado.

Cálculo

Se describirá la forma de cálculo que se realizó, indicando:

- El método de procesamiento.
- El software utilizado y su versión.
- Si hubo o no limpieza de ruidos u otras actividades.
- Si se utilizó un modelo geoidal indicar el año.

g. Anexos

En el anexo del informe de procesamiento, se describirá la información del proyecto indicando como mínimo lo siguiente:

- Nombre del operador que ha procesado
- Descripción del punto geodésico
- El sistema de coordenadas
- El Datum
- La zona
- Geoide o Datum vertical



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

- Red o línea observada
- Fecha y tiempo de procesamiento
- Tipo de solución
- Precisión horizontal
- Precisión vertical
- Error Medio Cuadrático (RMS)
- Efeméride utilizada
- Duración del tiempo de observación
- Épocas
- Longitud de línea o líneas
- Coordenadas de las bases o base utilizada
- Coordenadas del punto o puntos procesados
- Valores de los vectores
- Errores estándar
- Máscara de elevación
- Cuadro de ocupaciones indicando:
  - ID de punto
  - Tipo de receptor
  - Número de serie del receptor
  - Tipo de antena
  - Número de serie de la antena
  - Altura de antena (medido)
  - Modelo de antena



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## ANEXO N° 1 (MONOGRAFÍA DEL PUNTO GEODÉSICO)

LOGO DE LA INSTITUCION O EMPRESA
--

NOMBRE DE LA INSTITUCION O EMPRESA

DIRECCION U OFICINA COMPETENTE

MONOGRAFIA

NOMBRE DEL PUNTO:	LOCALIDAD:	UBICACIÓN:	
LATITUD (S) WG S-84:		LONGITUD (W) WG S-84:	
ALT. ELIPSOIDAL:	OBSERVACIONES:		
DESCRIPCION DEL CAMINO:			
CROQUIS DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO:			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## ANEXO N° 2 (DIARIO DE OBSERVACIÓN)

LOGO DE LA  
EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA O INSTITUCION

### DIARIO DE OBSERVACION

Proyecto \_\_\_\_\_

<b>Estación</b> Nombre Completo: _____ Identificación (4 letras): _____ Inscripción en el monumento: _____ Fecha: _____			
<b>Coordenadas Aproximadas:</b> Latitud: ____° ____' ____"      Longitud: ____° ____' ____"      Altura: _____ m			
<b>Receptor / Antena</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nro. Serie</b>
Receptor _____			
Antena _____			
Software del Receptor (Versión): _____			
Longitud del Cable Antena-Receptor: _____ m			
<b>Altura de la Antena sobre el monumento</b> Punto de referencia _____ <input type="checkbox"/> Vertical      ó <input type="checkbox"/> Inclinada Antes de las Observaciones: _____ m Después de las Observaciones: _____ m Datos del Receptor: _____ m	<b>Croquis de las medidas de la Antena (ejemplo)</b> <p>The diagram illustrates the measurement of antenna height. It shows a horizontal antenna mounted on a tripod. A vertical line from the center of the antenna to the ground is labeled 'ref.'. A diagonal line from the same point to the ground is labeled '(altura inclinada)'. The ground is represented by a simple rectangular base.</p>		
<b>Observación:</b> Nro. de la sesión del mismo día: _____ Intervalo de Medición: _____ seg. Elevación Mínima: _____ ° Hora de Inicio: _____ Hora de Término: _____ Operador / Institución: _____			



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

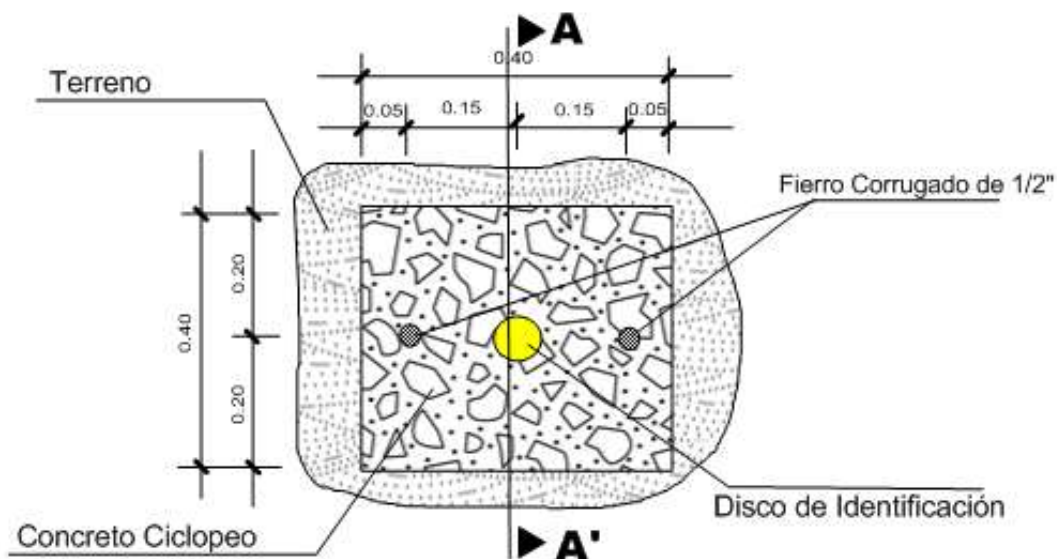
### ANEXO N° 3 (DESCRIPCIÓN MONOGRAFÍA DEL PUNTO GEODÉSICO)

LOGO DE LA INSTITUCION O EMPRESA		NOMBRE DE LA INSTITUCION O EMPRESA	
		DIRECCION U OFICINA COMPETENTE	
DESCRIPCION MONOGRÁFICA			
NOMBRE DEL PUNTO:	LOCALIDAD:	ESTABLECIDA EN:	
UBICACIÓN:		ZONA UTM	ORDEN
LATITUD (S) WGS-84:		LONGITUD (W) WGS-84:	
NORTE WGS-84:		ESTE WGS-84:	
ALT. ORTOMETRICA:	ALT. ELIPSOIDAL:	ELEV. GEOIDAL:	FACTOR DE ESCALA:
CROQUIS - IMAGEN		FOTOGRAFIA	
DESCRIPCION:			
MARCA DE LA ESTACION:			
REFERENCIA:			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:

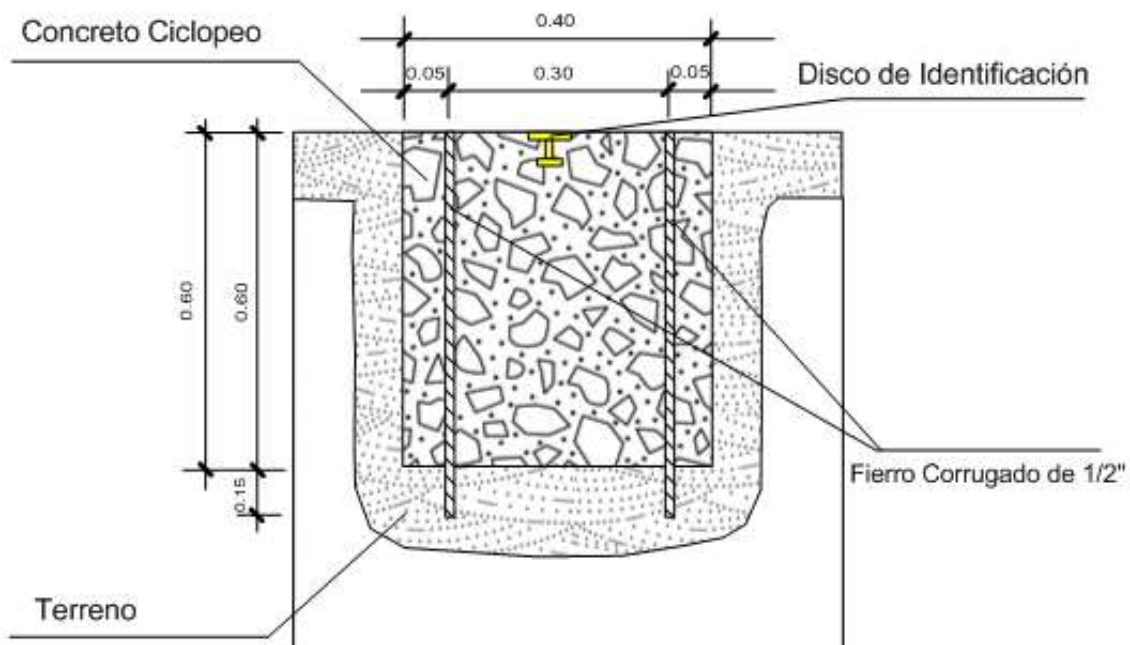


Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## ANEXO N° 4 (PILAR DE CONCRETO)



**VISTA DE PLANTA**



**CORTE A - A'**



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

## Referencias Bibliográficas

1. Observación y procesamiento GNSS  
COMISIÓN INTERDEPARTAMENTAL DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE  
ANDALUCÍA 2011; ESPAÑA
2. Manual de procedimientos para la elaboración de las fichas técnicas de los  
vértices Geodésicos de la Red Geodésica Estatal  
INSTITUTO DE FORMACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO DE JALISCO 2012;  
MÉXICO.
3. Glosario de términos y acrónimos de Topografía, Geodesia y GPS (GNSS)  
<http://glosarios.servidor-alicante.com/topografia-geodesia-gps>
4. Manual de Normas Técnica de levantamientos Geodésicos y Topográficos  
INSTITUTO DE CATASTRO DEL ESTADO DE PUEBLA; MEXICO 2010