

## INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

### **ACUERDO por el que aprueba la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía.- Junta de Gobierno.

Con fundamento en lo dispuesto en los artículos 26 del Apartado B de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 17 fracción III, 26, 27, 30 fracciones III y IV, 32 fracciones I y II, 55 fracciones I y II, 57, 58 y 77 fracción VIII de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica; 5 fracción VIII, 24 fracción XIII del Reglamento Interior del Instituto; así como, lo previsto, en la Regla Séptima fracciones III, IV, VII, VIII y XII de las Reglas para la Integración y Operación de los Comités Ejecutivos de los Subsistemas Nacionales de Información, y

### **CONSIDERANDO**

Que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en su carácter de organismo público con autonomía técnica y de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios, tiene por objeto, entre otros, regular el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, cuya finalidad es suministrar a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional;

Que el Instituto, en su calidad de unidad central coordinadora del Sistema, tiene entre sus funciones, las de normar y coordinar el Sistema y las Actividades Estadísticas y Geográficas, que lleven a cabo las Unidades del Estado, tomando en cuenta los estándares nacionales e internacionales, así como las mejores prácticas en la materia;

Que la Geodesia, como ciencia que trata los aspectos relativos a la referenciación de los objetos que se encuentran sobre o cerca de la superficie terrestre, resulta ser el elemento básico que permite ubicar los datos y productos estadísticos y geográficos generados por las Unidades del Estado, ya sea por sí mismas o por conducto de terceros;

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

Por lo anterior, la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Estadística y Geografía tiene a bien emitir la siguiente:

### **NORMA TÉCNICA DE ESTÁNDARES DE EXACTITUD POSICIONAL**

Capítulo I,

#### **Objeto.**

**Artículo 1.-** La presente Norma Técnica tiene por objeto establecer las disposiciones mínimas referentes a los estándares de exactitud posicional que deberán adoptarse para todo trabajo de levantamiento de posicionamiento de rasgos ubicados sobre o cerca de la superficie de la Tierra dentro del Territorio Nacional, realizadas por el Instituto y las Unidades del Estado que integran el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, ya sea por sí mismas o por terceros, así como promover su armonización y homogeneidad.

Capítulo II,

**Ambito de Aplicación.**

**Artículo 2.-** La presente Norma Técnica es de observancia obligatoria para el Instituto y para las Unidades del Estado que realizan Levantamientos por sí mismas o por terceros cuando estas últimas les encomienden dicha actividad.

Capítulo III,

**Disposiciones Generales.**

**Artículo 3.-** Para efectos de la presente Norma Técnica se entenderá por:

- I. **Altura.-** la distancia de un punto, entre una superficie de referencia, medida a lo largo de la dirección perpendicular a dicha superficie y el punto;
- II. **Altura geodésica (h) o altura elipsoidal.-** la distancia entre un punto y el Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto. Tal distancia siempre será positiva hacia arriba del Elipsoide;
- III. **Cartografía.-** la representación en cartas de la información geográfica;
- IV. **Coordenadas.-** el conjunto de n números que designan la posición de un punto en un espacio n-dimensional;
- V. **Desviación estándar ( $\sigma$ )-** la medida de dispersión, alrededor del promedio de una cantidad evaluada normalmente mediante la expresión:

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

en donde:

X = valor de cada una de las observaciones;

X' = promedio de dichas observaciones, y

n = cantidad de observaciones.

- VI. **Elipsoide.-** el sólido geométrico generado por la rotación de una elipse alrededor de uno de sus ejes;
- VII. **Elipsoide de referencia.-** el elipsoide empleado geoméricamente como la mejor aproximación local o global de la forma de la Tierra;
- VIII. **Estándar.-** la especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad;
- IX. **Exactitud.-** el grado de cercanía de una cantidad estimada, tal como una coordenada horizontal o una altura, con respecto a su valor verdadero;
- X. **Exactitud de posicionamiento horizontal.-** la exactitud referida a la posición horizontal de un determinado punto o conjunto de puntos en términos de sus coordenadas de latitud y longitud o de sus coordenadas rectangulares;
- XI. **Exactitud de posicionamiento vertical.-** la exactitud referida a la posición vertical o altura de un determinado punto o conjunto de puntos en términos de su distancia a un cierto plano o nivel de referencia;

- XII. Instituto o INEGI.-** el Instituto Nacional de Estadística y Geografía;
- XIII. Latitud geodésica o latitud.-** el ángulo que la normal al Elipsoide en un punto cualquiera forma con el plano del Ecuador, positivo si está dirigido hacia el Norte;
- XIV. Levantamiento.-** el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete orientadas a la determinación de coordenadas horizontales o verticales;
- XV. Levantamiento geodésico.-** el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete, destinado a determinar las coordenadas geodésicas de puntos sobre el terreno considerando la curvatura de la Tierra, elegidos y demarcados con respecto al Sistema de Referencia en uso;
- XVI. Levantamiento geodésico horizontal.-** el que comprende una serie de medidas efectuadas en el terreno, cuyo propósito final consiste en determinar las coordenadas geodésicas horizontales, de estaciones geodésicas situadas sobre o cerca de la superficie terrestre;
- XVII. Levantamiento geodésico vertical.-** el que comprende todas aquellas operaciones de campo dirigidas a determinar la distancia vertical que existe entre estaciones geodésicas situadas sobre o cerca de la superficie terrestre y el nivel de referencia adoptado;
- XVIII. Longitud geodésica o longitud.-** el ángulo diedro comprendido entre el meridiano de referencia terrestre y el plano del meridiano que contiene el punto, positivo si está dirigido hacia el Este;
- XIX. Metadatos.-** los datos estructurados que describen las características de contenido, calidad, condición, acceso y distribución de la información estadística o geográfica;
- XX. Modelo geoidal.-** la superficie equipotencial que mejor coincide en el sentido de mínimos cuadrados con el nivel medio del mar;
- XXI. Norma.-** la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional;
- XXII. Precisión.-** el grado de cercanía entre sí de mediciones repetitivas de una misma cantidad con respecto a su valor medio;
- XXIII. Red Geodésica Nacional.-** la compuesta por estaciones geodésicas, horizontales, verticales y gravimétricas distribuidas de forma homogénea en el territorio nacional;
- XXIV. Red Geodésica Nacional Activa.-** la parte de la Red Geodésica Horizontal, conjunto de estaciones geodésicas receptoras del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) distribuidas en los Estados Unidos Mexicanos, las cuales son de operación continua y permiten propagar el Marco de Referencia Geodésico Horizontal apoyando a los usuarios en sus levantamientos geodésicos, y constituyendo la base para el desarrollo de la Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP);
- XXV. Red Geodésica Nacional Pasiva.-** la constituida por vértices geodésicos distribuidos en los Estados Unidos Mexicanos, que están materializados sobre el terreno, mediante monumentos de concreto y/o roca sana con una placa metálica empotrada que identifica al punto. Las coordenadas que definen su posición han sido generadas a partir de levantamientos geodésicos a través del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), dándoles valores de posición referidas al elipsoide GRS80;
- XXVI. Superficie equipotencial.-** la superficie de potencial constante. Denominada también superficie de nivel, y
- XXVII. Vértice geodésico, punto o estación geodésica.-** cualquier ubicación para la cual se han determinado o se determinarán sus coordenadas.

**Artículo 4.-** Para la comprensión de esta Norma Técnica se describen las siglas o acrónimos siguientes:

- I. **CEP:** Círculo de Error Probable;
- II. **EPV:** Exactitud de Posicionamiento Vertical;
- III. **GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite);
- IV. **RGNA:** Red Geodésica Nacional Activa;
- V. **RGNP:** Red Geodésica Nacional Pasiva, y
- VI. **VLBI:** Very Long Baseline Interferometry (Interferometría de Línea Base Muy Larga).

**Artículo 5.-** Los datos de los Estándares de Exactitud Posicional deberán estar documentados con metadatos conforme con la Norma Técnica vigente en el momento de documentarse.

Capítulo IV,

#### **Especificaciones Técnicas.**

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

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

En donde:

$\sigma_{\phi}$  = desviación estándar de la latitud, en metros y

$\sigma_{\lambda}$  = desviación estándar de la longitud, en metros.

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

$$EPV = 1.9600\sigma.$$

**Artículo 8.-** Para la clasificación de los órdenes de Exactitud Posicional Horizontal, en la Tabla 1 se presentan los órdenes de exactitud en función de los rangos aplicables para la catalogación de los trabajos de posicionamiento. Los órdenes de exactitud deben ser considerados durante la etapa de diseño o preanálisis del levantamiento, así como en la fase de evaluación del proyecto de posicionamiento.

<b>Ordenes de Exactitud</b>	<b>Rango</b>
1 centímetro	Hasta 0.010 metros
2 centímetros	De 0.011 a 0.020 metros
5 centímetros	De 0.021 a 0.050 metros
1 decímetro	De 0.051 a 0.100 metros
2 decímetros	De 0.101 a 0.200 metros
5 decímetros	De 0.201 a 0.500 metros
1 metro	De 0.501 a 1.000 metros
2 metros	De 1.001 a 2.000 metros
5 metros	De 2.001 a 5.000 metros

10 metros	De 5.001 a 10.000 metros
20 metros	De 10.001 a 20.000 metros
50 metros	De 20.001 a 50.000 metros
100 metros	De 50.001 a 100.000 metros
200 metros	De 100.001 a 200.000 metros
500 metros	De 200.001 a 500.000 metros

**Tabla 1.** Ordenes de Exactitud Posicional Horizontal

Dependiendo de los requerimientos de exactitud de un levantamiento en particular se podrá catalogar un punto en un orden de exactitud.

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

- I. **Orden de 5 centímetros.-** Deberá aplicarse a los trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia nacional fundamental RGNA, así como a cualquier levantamiento geodésico que requiera una exactitud posicional en este orden;
- II. **Orden de 1 decímetro.-** Se destinará a levantamientos geodésicos de densificación del sistema de referencia geodésico nacional básico, así como a cualquier levantamiento geodésico que requiera una exactitud posicional en este orden. Los trabajos que se hagan dentro de este orden podrán incorporarse a la RGNP.

Podrán incorporarse a la RGNP estaciones geodésicas que cuenten con un orden de 2 o 5 decímetros, dependiendo de las necesidades de exactitud del proyecto y del Servicio Público de Información.

Las estaciones geodésicas deberán incorporarse a la RGNP cuando cumplan las especificaciones de la norma vigente del sistema geodésico nacional, podrán estar en alguno de los 3 órdenes; 1 decímetro, 2 decímetros o 5 decímetros y deberán identificarse con su orden de exactitud correspondiente.

**Artículo 10.-** Para la clasificación de los Ordenes de EPV, en la Tabla 2 se indica la clasificación de dichos órdenes como sigue:

Orden	Clase	Error de cierre entre secciones	Error de cierre de la línea	Separación entre líneas
Primero	I	$3\text{mm}\sqrt{K}$	$4\text{mm}\sqrt{K}$	100 a 300 km
Primero	II	$4\text{mm}\sqrt{K}$	$5\text{mm}\sqrt{K}$	50 a 100 km
Segundo	I	$6\text{mm}\sqrt{K}$	$6\text{mm}\sqrt{\quad}$	20 a 50 km
Segundo	II	$8\text{mm}\sqrt{K}$	$8\text{mm}\sqrt{K}$	10 a 25 km
Tercero		$12\text{mm}\sqrt{K}$	$12\text{mm}\sqrt{K}$	AJUSTABLE

K = longitud en km de la sección y la línea

**Tabla 2.** Ordenes de EPV

**Artículo 11.-** Para las aplicaciones de los Ordenes de EPV se deberán observar las especificaciones siguientes:

- I. **Primer Orden, Clases I y II.-** Los levantamientos geodésicos verticales que se hagan dentro de este orden deberán destinarse al establecimiento de la red geodésica vertical primaria o

fundamental del país, así como a cualquier levantamiento geodésico vertical que requiera dicho orden.

- II. **Segundo Orden, Clase I.-** Deberá aplicarse al establecimiento de la red geodésica vertical secundaria a modo de densificación, así como a cualquier levantamiento geodésico vertical que requiera dicho orden.
- III. **Segundo Orden, Clase II y Tercer Orden.-** Deberá aplicarse a densificación de las redes así como a cualquier levantamiento vertical que requiera dicho orden.

**Artículo 12.- Nivelación GNSS y Trigonométrica.-** Se deberán realizar circuitos cerrados efectuando un proceso de ajuste de mínimos cuadrados.

Para el caso de Nivelación GNSS la desviación estándar de cada punto denominada  $\sigma_{GNSS}$  y la desviación estándar del modelo de alturas geoidales determinado y publicado por el INEGI en su sitio de Internet denominada  $\sigma_N$ , serán utilizadas para obtener el EPV conforme a la siguiente fórmula:

$$EPV = 1.9600 (\sigma_{GNSS}^2 + \sigma_N^2)^{1/2}$$

Para el caso de Nivelación Trigonométrica la desviación estándar  $\sigma$  de cada punto será utilizada para obtener el EPV conforme a la siguiente fórmula:

$$EPV = 1.9600\sigma.$$

Capítulo V,

**Interpretación.**

**Artículo 13.-** La aplicación e interpretación de la presente Norma Técnica, para efectos administrativos y técnicos corresponderá a la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente del INEGI, quien resolverá los casos no previstos por la misma y propondrá su actualización ante las instancias competentes.

**TRANSITORIOS**

**PRIMERO.-** La Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

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

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

**CUARTO.-** Con el propósito de interpretar correctamente lo expresado en este documento, en la Tabla 4 se señalan las equivalencias de los Ordenes de Exactitud Posicional de la presente Norma Técnica en comparación con los órdenes de precisión establecidos en los años de 1985 y 1998.

Ordenes de Exactitud (2005)	Ordenes de Precisión (1985 y 1998)
1 centímetro	Sin equivalencia
2 centímetros	AA
5 centímetros	A
1 decímetro	B
2 decímetros	1er. Orden
5 decímetros	2o. Orden, Clase uno
1 metro	2o. Orden, Clase dos

2 metros	3er. Orden, Clase uno
5 metros	3er. Orden, Clase dos
10 metros	Sin equivalencia
20 metros	Sin equivalencia
50 metros	Sin equivalencia
100 metros	Sin equivalencia
200 metros	Sin equivalencia
500 metros	Sin equivalencia

**Tabla 4.** Equivalencia entre Ordenes de Exactitud y Precisión

La Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional, se aprobó en términos del Acuerdo No. 12a./XVII/2010, aprobado en la Décima Segunda Sesión de 2010, de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, celebrada el 9 de diciembre de dos mil diez.- Presidente, Eduardo Sojo Garza Aldape; Vicepresidentes: Enrique de Alba Guerra, José Antonio Mejía Guerra, Mario Palma Rojo, María del Rocío Ruiz Chávez.- Rúbricas.

Aguascalientes, Ags., a 16 de diciembre de 2010.- Hace constar lo anterior el Director General Adjunto de Asuntos Jurídicos, **Jorge Ventura Nevares**, en ejercicio de la atribución que le confiere lo dispuesto por la fracción IV, del artículo 46 del Reglamento Interior del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.- Rúbrica.

(R.- 318635)