



# | Norma Técnica Extándares de Exactitud Posicional

# Presentación

## Objetivo:

La exposición de la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional tiene el objetivo de **difundir y capacitar** a los usuarios sobre su contenido para su comprensión y correcta aplicación.

# Estructura de la Norma

**1** Antecedentes

**2** Considerando

**3** Objeto

**4** Ámbito de Aplicación

**5** Disposiciones Generales

**6** Especificaciones Técnicas

**7** Interpretación

**8** Transitorios



# Fundamento Legal

*Artículo 26 Apartado B* de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:  
El Estado contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

- En su calidad de unidad central **coordinadora** y **normativa** del **SNIEG**, el INEGI establece las **especificaciones** tendientes a estandarizar y generar información que permita a los usuarios integrarla a sus procesos de producción, y a las Unidades de Estado producir e intercambiar datos consistentes y comparables.
- A tal efecto, el **23 de diciembre de 2010** es publicada en el **DOF** la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional

# Considerando

- La **calidad de la posición** es una especificación requerida en un proyecto de levantamiento, asimismo es un atributo que es requerido para **documentar los metadatos** de la información geográfica o definir la calidad de posiciones requeridas en otras normas o lineamientos.
- Una ventaja del conocimiento de la calidad de la posición es que permite **tomar decisiones** sobre el **uso de la información** para ciertos proyectos, minimizando costos y permitiendo compartir la información.
- Un **estándar** es una especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad.
- En la actualidad se ha incrementado el uso del Sistema Global de Navegación por Satélite (por sus siglas en inglés **GNSS**), los cuales permiten obtener posiciones con diferentes **rangos de exactitud**.

# Objeto

## Capítulo I

- **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 de Estado que integran el SNIEG, ya sea por si mismas o por terceros.
- La Norma especifica en lo general los **ordenes de exactitud posicional, horizontal y vertical**, en función de los rangos aplicables para la catalogación de los trabajos de posicionamiento.

# Ámbito de aplicación

## Capítulo II

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



# Disposiciones generales

**Artículo 3:** Para efectos de ésta Norma Técnica se entenderá por:

- **Precisión:** El grado de refinamiento o consistencia de un grupo de mediciones y se evalúa con base en la **magnitud de las discrepancias** (incertidumbres aleatorias pequeñas, incertidumbres no accidentales).
- **Exactitud:** Grado de **aproximación** a los valores conocidos, verdaderos o valores de referencia.



Exactitud Mala  
Precisión Mala



Exactitud Mala  
Precisión Buena



Exactitud Buena  
Precisión Buena



## Artículo 3: Continuación...

- **Altura.-** la distancia de un punto, entre una superficie de referencia, medida a lo largo de la dirección perpendicular a dicha superficie y el punto;
- **Altura geodésica (h) o altura elipsoidal.-** la distancia entre un punto y el Elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del Elipsoide hasta el punto. Tal distancia siempre será positiva hacia arriba del Elipsoide;
- **Desviación estándar ( $\sigma$ ).**- la medida de dispersión, alrededor del promedio de una cantidad evaluada normalmente;
- **Elipsoide.-** el sólido geométrico generado por la rotación de una elipse alrededor de uno de sus ejes;
- **Elipsoide de referencia.-** el elipsoide empleado geoméricamente como la mejor aproximación local o global de la forma de la Tierra;
- **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;
- **Modelo geoidal.-** la superficie equipotencial que mejor coincide en el sentido de mínimos cuadrados con el nivel medio del mar;

# Disposiciones generales

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

- **CEP:** Círculo de Error Probable;
- **EPV:** Exactitud de Posicionamiento Vertical;
- **GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistema global de Navegación por Satélite);
- **RGNA:** Red Geodésica Nacional Activa;
- **RGNP:** Red Geodésica Nacional Pasiva, y
- **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 a la Norma Técnica vigente.

# Especificaciones Técnicas

## Capítulo IV

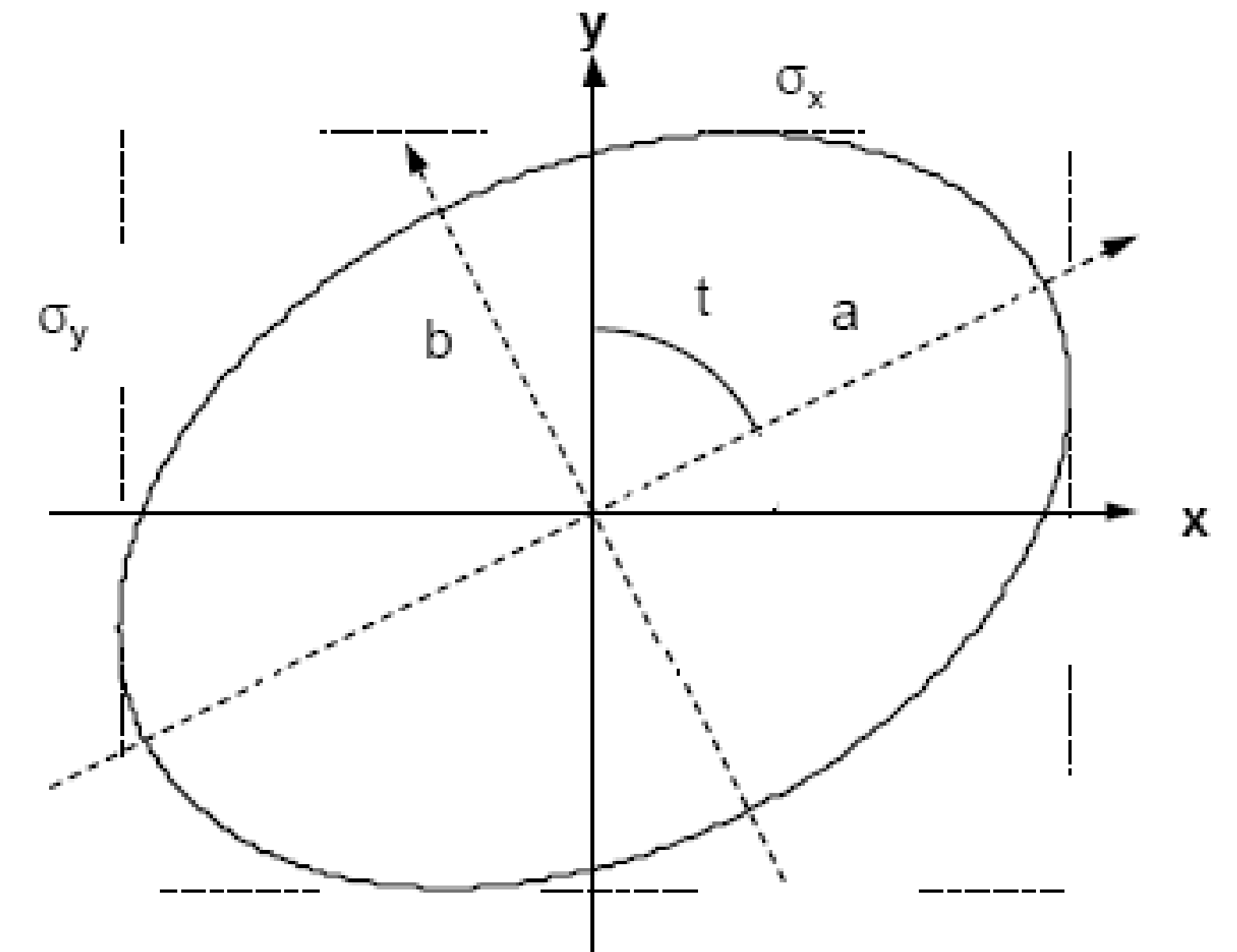
**Artículo 6:** El estadístico empleado para representar la **exactitud de posicionamiento horizontal** de un punto es el CEP.

- **Círculo de Error Probable (CEP):** Se encuentra representado por el **radio de un círculo** que define la **región de confianza**, dentro de la cual existe un **50% de probabilidad** de que se encuentre el valor verdadero de una cantidad cualquiera.

$$\text{CEP} = 0.5887(\sigma \phi + \sigma \lambda) \quad \text{En donde:}$$

$\sigma \phi$  = desviación estándar de la latitud, en unidades de metro

$\sigma \lambda$  = desviación estándar de la longitud, en unidades de metro



**El CEP en el nivel de confianza del 95% (CEP95) está dado por:**

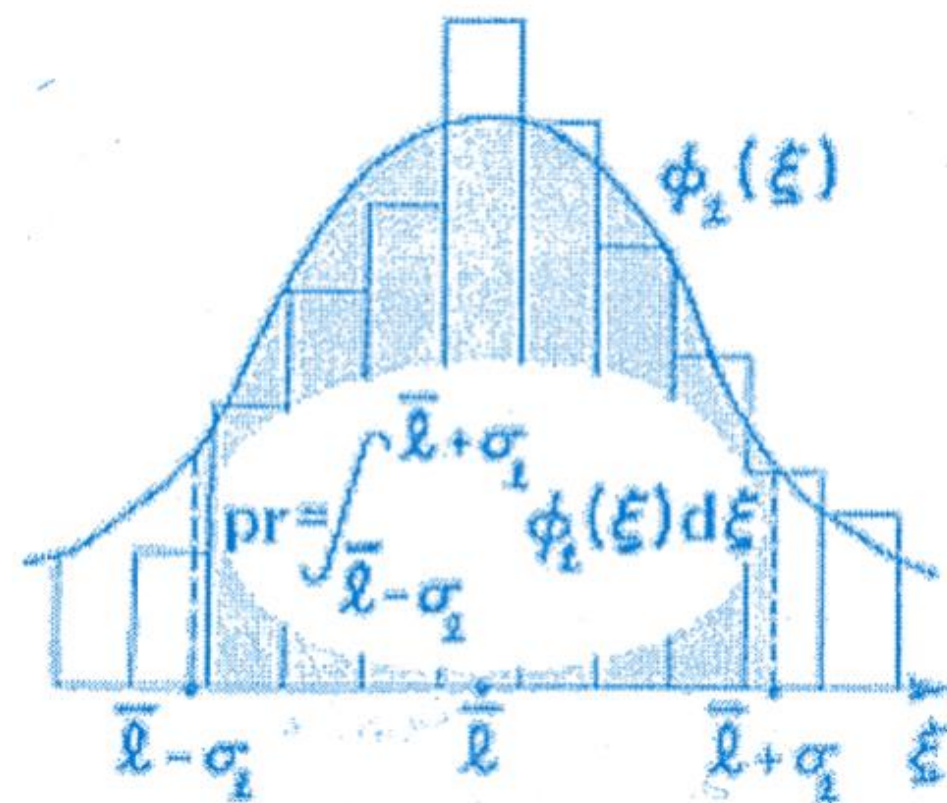
$$\text{CEP95\%} = 1.2238(\sigma \phi + \sigma \lambda)$$

# Especificaciones Técnicas

El estadístico empleado para representar la **Precisión** de un punto es la **Desviación Estándar**:

Medida estadística de la **dispersión de un conjunto de valores**. La magnitud de la dispersión expresa la precisión de una serie de medidas.

En general, entre más valores se aproximen a la media, la desviación estándar será **menor** y será **mayor la precisión**; entre más valores se alejen de la media, la desviación estándar será mayor y será menor la precisión.



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$n$  = número de observaciones  
 $x$  = valor de las observaciones  
 $\bar{x}$  = media de los valores (valor más probable)



# Especificaciones Técnicas

## Precisión relativa:

La Norma Técnica de **1985** planteó medir la calidad de los trabajos en forma relativa:

$$er = e/D$$

En donde:

er = Precisión Relativa

e = Error

D = Distancia

### Caso 1:

$$e = 0.01 \text{ m}$$

$$D = 1,000 \text{ m}$$

$$er = 1/100,000$$

### Caso 2:

$$e = 0.01 \text{ m}$$

$$D = 10,000 \text{ m}$$

$$er = 1/1'000,000$$

# Especificaciones Técnicas

**Artículo 7:** El estadístico empleado para representar la Exactitud de Posicionamiento Vertical 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:

$$EPV = 1.9600\sigma$$

# Especificaciones Técnicas

**Artículo 8:** Para la clasificación de los órdenes de Exactitud Posicional Horizontal, se presentan los órdenes de exactitud en función de los rangos aplicables para la catalogación de los trabajos de posicionamiento, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Órdenes de Exactitud	Rango
1 centímetro	Hasta 0.010 metros
2 centímetros	De 0.011 a 0.020 metros
<b>5 centímetros</b>	<b>De 0.021 a 0.050 metros</b>
<b>1 decímetro</b>	<b>De 0.051 a 0.100 metros</b>
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

# Especificaciones Técnicas

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

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

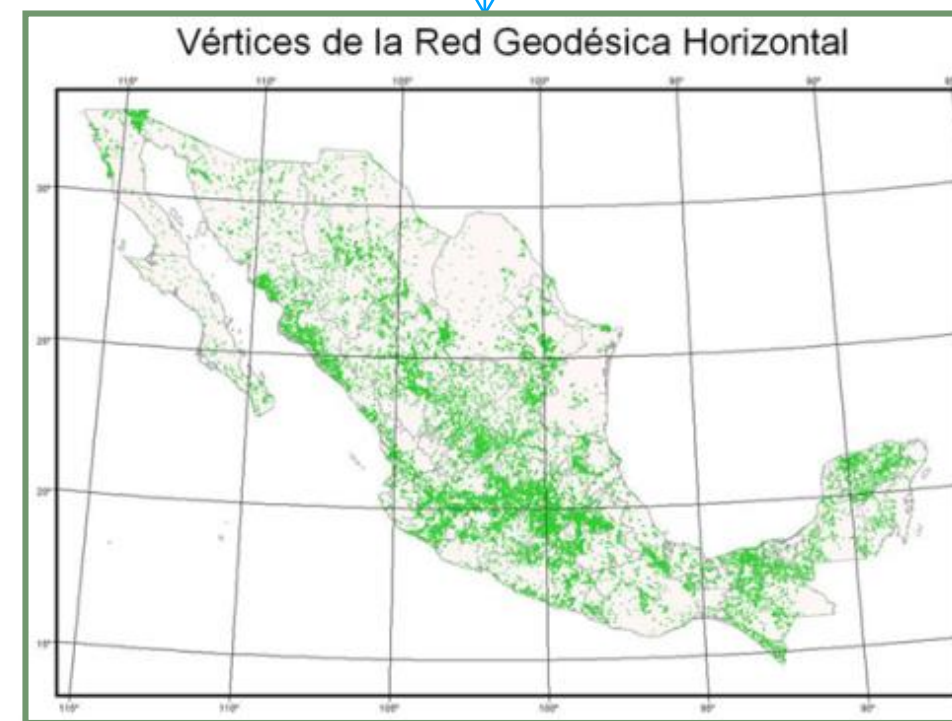


# Especificaciones Técnicas

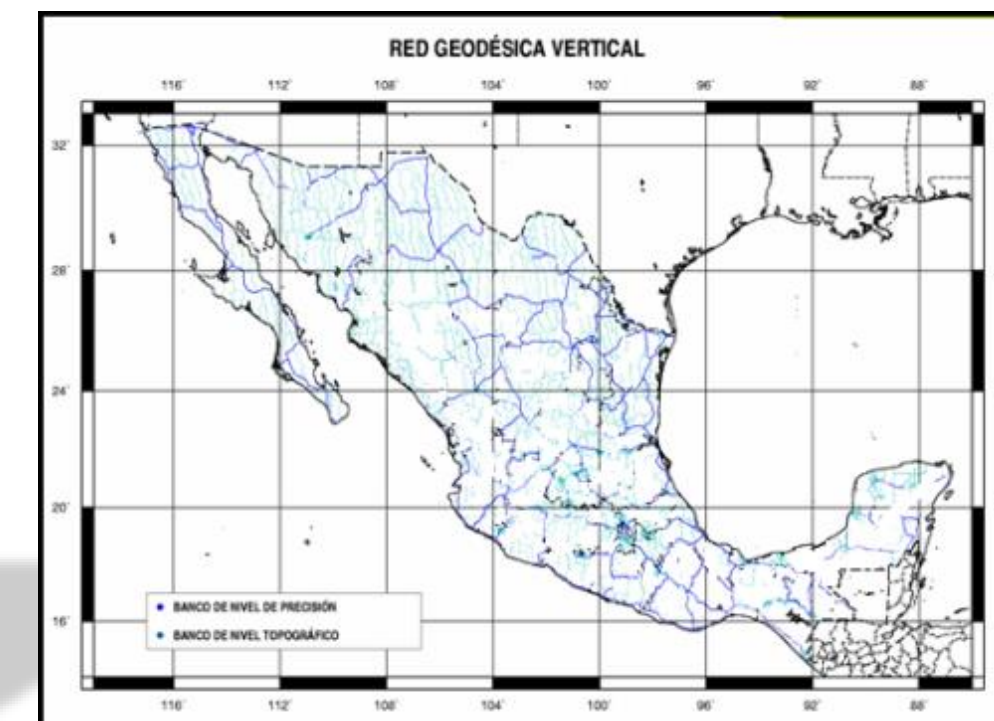
## Artículo 9: Continuación...

En lo particular, la norma especifica la **exactitud** requerida para datos del **Marco** de Referencia Geodésico, en específico de la Red Geodésica **Horizontal** y la Red Geodésica **Vertical** descrita en la NTG-001 Sistema Geodésico Nacional.

### Red Geodésica Horizontal



### Red Geodésica Vertical



**Exactitud:**

*Orden de 5 cm*

*Orden de 1 dm*

**Dependiente del Orden y Clase**

# Especificaciones Técnicas

## Artículo 9: Continuación...

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

Las estaciones geodésicas deberán **incorporarse** a la **RGNP** cuando cumplan las especificaciones de la Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional (artículo 12 de esa Norma), podrán estar en alguno de los tres órdenes: **1, 2 ó 5 dm** y deberán identificarse con su orden de exactitud correspondiente.

# Especificaciones Técnicas

**Artículo 10:** Especifica la **clasificación** de los **estándares** de posicionamiento **vertical** para los levantamientos geodésicos **verticales** dentro de un **orden de exactitud**, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Tabla. **Órdenes de Exactitud de Posicionamiento Vertical (EPV)**

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	$6\text{mm}\sqrt{K}$	$6\text{mm}\sqrt{K}$	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**



# Especificaciones Técnicas

**Artículo 11:** Para las aplicaciones de los órdenes de EPV se deberán observar las especificaciones siguientes:

**Primer Orden, Clases I y II.-** Los levantamientos geodésicos verticales que se hagan en este orden deberán destinarse a establecer la **red geodésica vertical** primaria o **fundamental** del país; también aplica a cualquier levantamiento geodésico vertical que requiera ese orden.

**Segundo Orden, Clase I.-** Aplica al establecimiento de la red geodésica **vertical secundaria** a modo de **densificación**, también aplica a cualquier levantamiento geodésico vertical que requiera ese orden.

**Segundo Orden, Clases II y Tercer Orden.-** Aplica a la **densificación de las redes** y a cualquier levantamiento vertical que requiera ese orden.



# Especificaciones Técnicas

**Artículo 12.- Nivelación GNSS y Trigonométrica.** Deberán realizarse en **circuitos cerrados** y ajustando por **mínimos cuadrados**.

**Nivelación GNSS.** La EPV se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$EPV = 1.9600 (\sigma^2_{GNSS} + \sigma^2_N)^{1/2}$$

Donde:

$\sigma_{GNSS}$  es la desviación estándar del punto

$\sigma_N$  es la desviación estándar del modelo de alturas geoidales

# Especificaciones Técnicas

**Artículo 12:** Continuación...

**Nivelación Trigonométrica.** En este caso la **s** de cada punto será utilizada para obtener la EPV conforme a la siguiente fórmula:

$$EPV = 1.9600 \sigma$$

Donde:

$\sigma$  es la desviación estándar del punto.

# Interpretación

## Capítulo V

**Artículo 13.-** La interpretación de la presente Norma Técnica, para efectos **administrativos y técnicos** correrá a cargo de la **DGGyMA**, quién resolverá los casos no previstos en la misma y propondrá su actualización a las instancias correspondientes.

# Transitorios

- **PRIMERO.-** La Norma Técnica entrará en vigor **al día siguiente** de su publicación en el DOF.
- **SEGUNDO.-** Las Unidades de Estado deberán adoptar los estándares de exactitud posicional con las disposiciones de la presente Norma en un **plazo no mayor a un año**, a partir de la entrada en vigor de la misma.
- **TERCERO.-** Quedan sin efecto todas aquellas disposiciones relativas al Sistema Geodésico Nacional y las correspondientes especificaciones contenidas en las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, **publicadas el 1 de abril de 1985**, el Acuerdo que las reforma y **adiciona**, del **27 de abril de 1998**, en el DOF y cualquier otra disposición que contravengan lo dispuesto en la presente Norma Técnica



# Transitorios

- **CUARTO.-** Para la interpretación correcta de este documento, en la tabla 4 se señalan las **equivalencias** de los **órdenes de exactitud posicional** de la presente Norma Técnica en comparación con los órdenes de precisión establecidos en los años de 1985 y 1998

Órdenes de Exactitud	Órdenes de Precisión (1985 y 1998)
1 centímetro	Sin equivalencia
2 centímetros	AA
5 centímetros	A
1 decímetro	B
2 decímetros	1er. orden
5 decímetros	2do. Orden, clase 1
1 metro	2do. Orden, clase 2
2 metros	3er. Orden, clase 1
5 metros	3er. Orden, clase 2
10 metros	Sin equivalencia
20 metros	Sin equivalencia
50 metros	Sin equivalencia
100 metros	Sin equivalencia
200 metros	Sin equivalencia
500 metros	Sin equivalencia

# Gracias

## Conociendo México

800 111 46 34

[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

[atencion.usuarios@inegi.org.mx](mailto:atencion.usuarios@inegi.org.mx)



**INEGI** Informa