



# NORMA TÉCNICA DE ESTÁNDARES DE EXACTITUD POSICIONAL



CORDINACIÓN ESTATAL VERACRUZ

---

MAYO 2021

---

# OBJETIVO DE LA PRESENTACIÓN



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



# FUNDAMENTO LEGAL



# 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 cuyos datos serán considerados oficiales.

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 en la toma de decisiones y a las Unidades de Estado producir e intercambiar datos consistentes, compatibles y comparables.

# FUNDAMENTO LEGAL



## Para qué una norma

Acordar una **calidad** entre usuarios-proveedores **sobre las características fundamentales** de un producto determinado.



## Que es una Norma

- Documento voluntario.
- Especificaciones técnicas.
- Consenso de las partes.
- Basada en la experiencia y desarrollo tecnológico.
- Aprobada por organismo reconocido.

# CONSIDERANDO



# 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.



# CONSIDERANDO



Un estándar es una especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad.

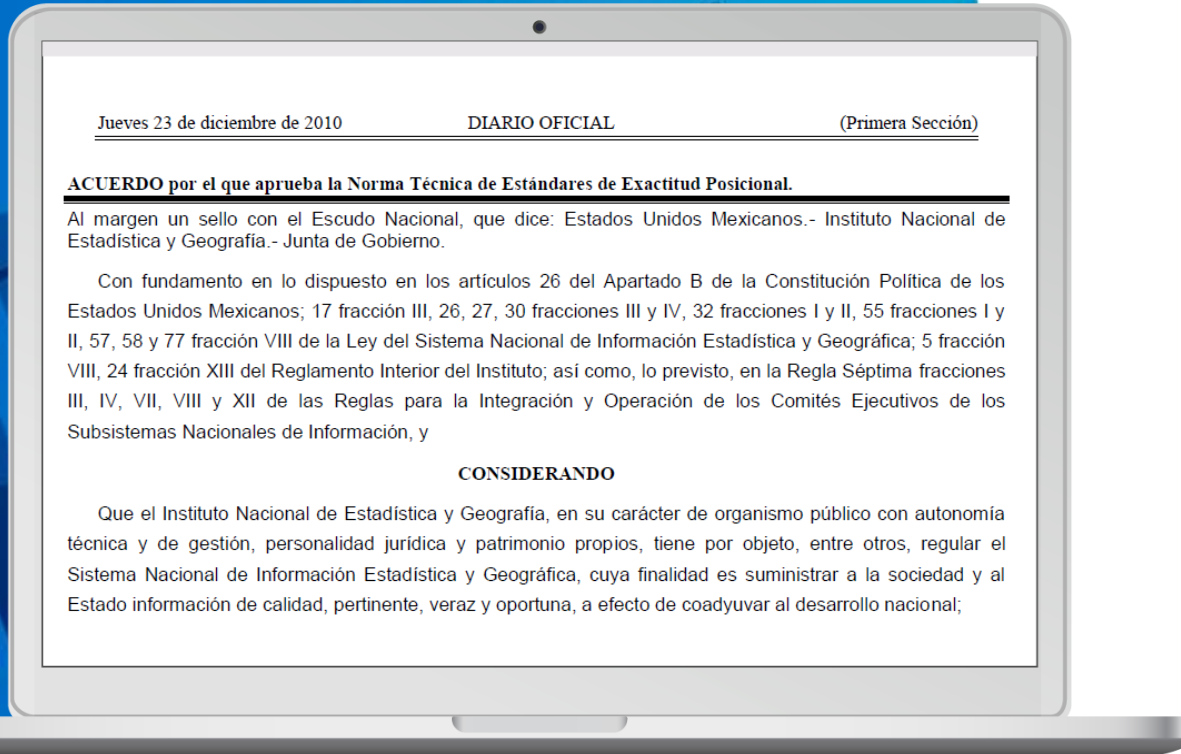
En la actualidad se ha incrementado el uso del Sistema Global de Navegación por Satélite (por sus siglas en inglés GNSS), los cuales permiten obtener posiciones con diferentes rangos de exactitud.

# CONSIDERANDO



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

A tal efecto, el **23 de diciembre de 2010** es publicada en el DOF la Norma Técnica de Estándares de Exactitud Posicional.



# CAPÍTULO I



# OBJETIVO DE LA NORMA



## 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.

# CAPÍTULO II



# ÁMBITO DE APLICACIÓN



## 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.

- A. Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, incluyendo a la Presidencia de la República y la Procuraduría General de la República
- B. Los poderes Legislativo y Judicial de la Federación
- C. Las entidades federativas y los municipios
- D. Los organismos constitucionales autónomos
- E. Los tribunales administrativos federales
- F. El INEGI cuando genera información se considera una Unidad también

# CAPÍTULO III



# DISPOSICIONES GENERALES



Referidas al **glosario** de términos (**Artículo 3**) y a las **siglas** o acrónimos (**Artículo 4**) utilizados en la Norma Técnica.



Glosario



Siglas



# DISPOSICIONES GENERALES



## Artículo 5:

Los datos de los Estándares de Exactitud Posicional deberán estar documentados con **metadatos** conforme a la Norma Técnica vigente.

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

# CAPÍTULO IV



# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



## Artículo 6:

El estadístico empleado para representar la exactitud posicional 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.

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



## Artículo 6: Continuación...

$$\text{CEP50\%} = 0.5887(\sigma \phi + \sigma \lambda)$$

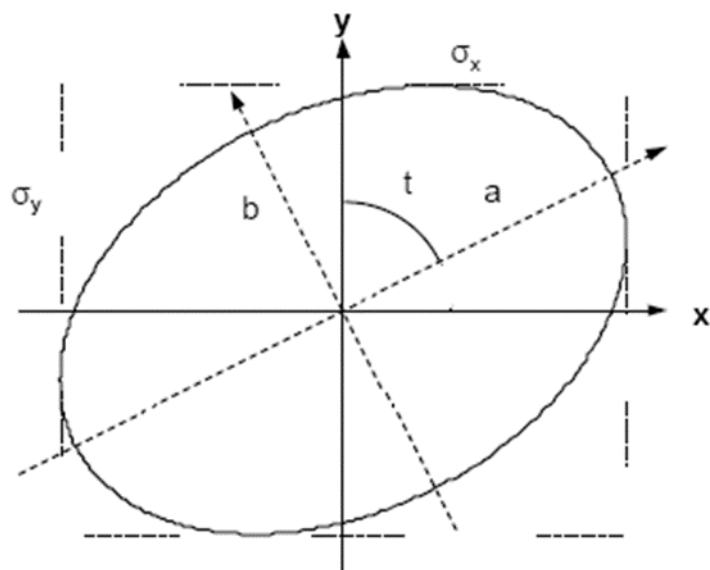
En donde:

$\sigma \phi$  = 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



## Artículo 6: Continuación...

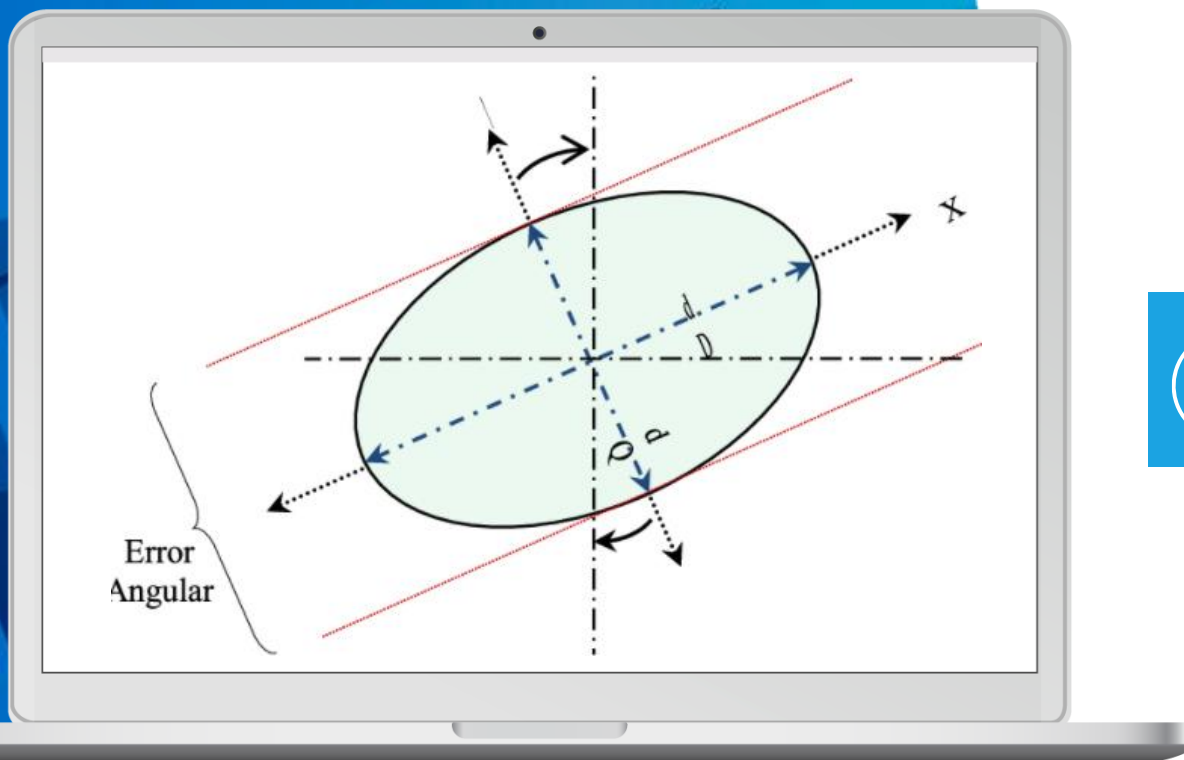
### Exactitud en el Posicionamiento.

Actualmente se propone la utilización de **regiones de confianza** para determinar precisiones absolutas.



### Regiones de confianza:

- Elipses de Error
- Círculos de Error Probable



# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

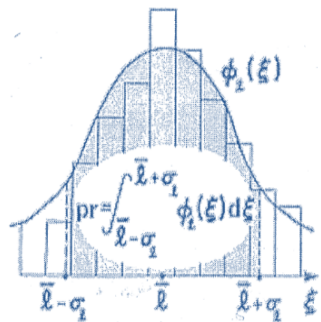


## Artículo 6: Continuación...

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



## Artículo 6: Continuación...

**Precisión relativa:** el error permitido entre dos puntos, basada en la distancia que hay entre ellos.

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



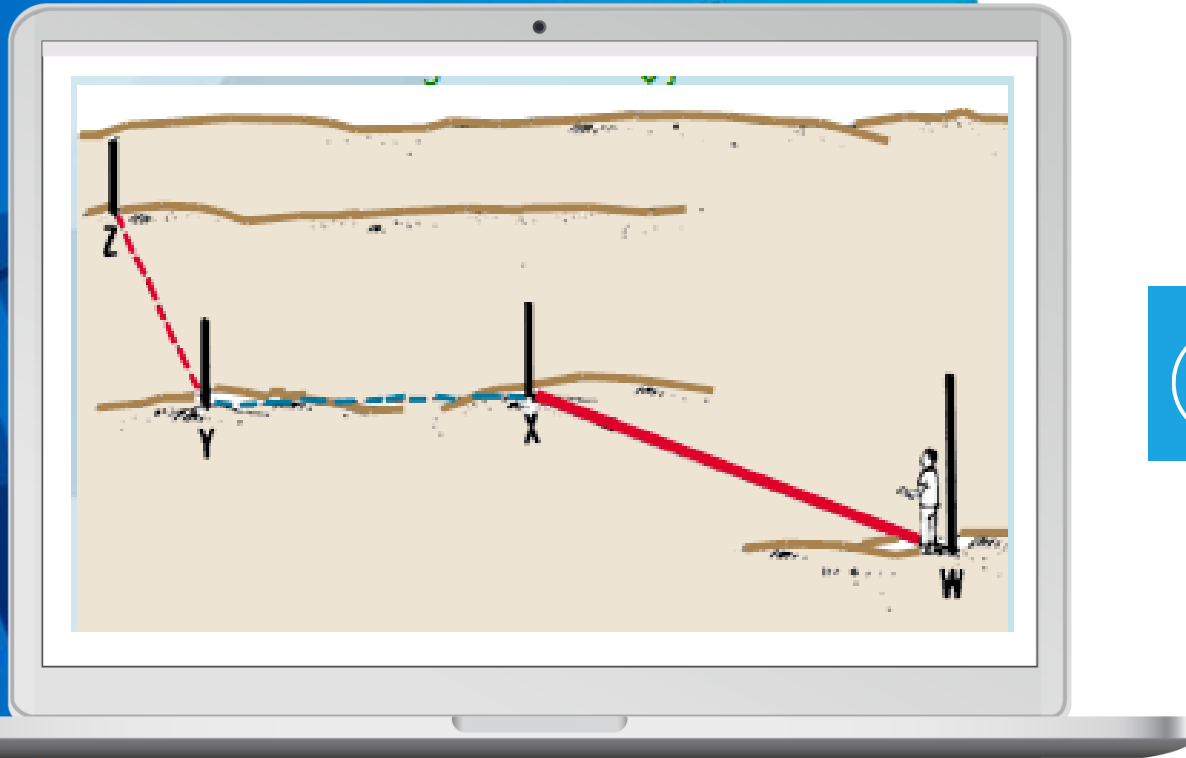
$$e_r = e/D$$

Caso 1:

$e = 0.01 \text{ m}$   
 $D = 10,000 \text{ m}$   
 $e_r = 1/1'000,000$

Caso 2:

$e = 0.01 \text{ m}$   
 $D = 1,000 \text{ m}$   
 $e_r = 1/100,000$



# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



## 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.



$$EPV = 1.9600\sigma$$



# 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.

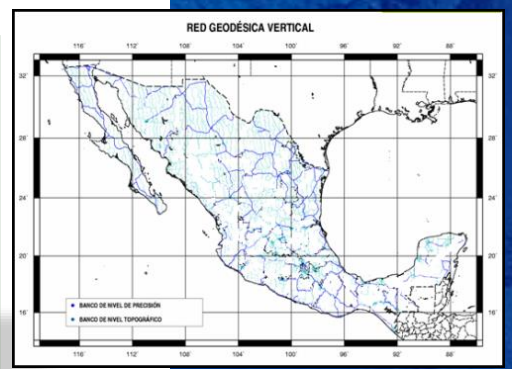
# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



**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



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

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

Donde:

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

$\sigma_{\text{N}}$  es la desviación estándar del modelo de alturas geoidales.

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



## Artículo 12: Continuación...

**Nivelación Trigonométrica.** En este caso la  $\sigma$  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.



# CAPÍTULO V



# INTERPRETACIÓN



## Artículo 13.-

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

# TRANSITORIOS



# 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**

# GLOSARIO (ART. 3)



## EXACTITUD-PRECISIÓN



Exactitud Mala  
Precisión Mala



Exactitud Mala  
Precisión Buena



Exactitud Buena  
Precisión Buena

1

**Exactitud.-** el grado de cercanía de una cantidad estimada, tal como una coordenada horizontal o una altura, con respecto a su valor verdadero

2

**Precisión.-** el grado de cercanía entre sí de mediciones repetitivas de una misma cantidad con respecto a su valor medio

3

**Estándar.-** la especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad

4

**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:

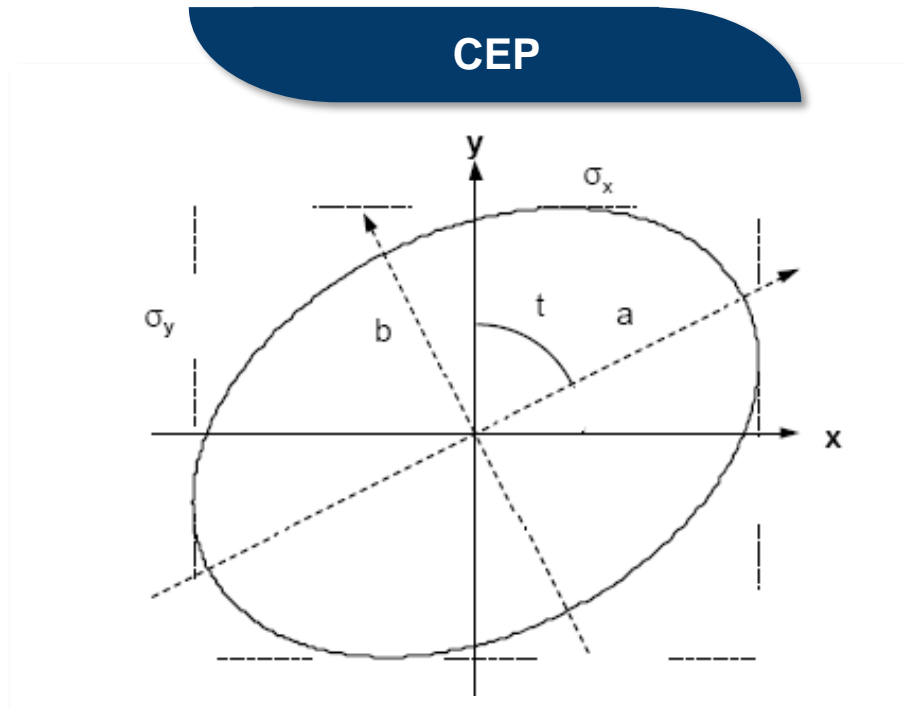
X = valor de cada una de las observaciones;

X' = promedio de dichas observaciones, y

n = cantidad de observaciones.



# SIGLAS (ART. 4)



1

**CEP:** Círculo de Error Probable

2

**EPV:** Exactitud de Posicionamiento Vertical

3

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

4

**RGNA:** Red Geodésica Nacional Activa

5

**RGNP:** Red Geodésica Nacional Pasiva

6

**VLBI:** Very Long Baseline Interferometry (Interferometría de Línea Base Muy Larga)





# DISPOSICIONES GENERALES



## Desviación Estándar

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



- **Calcular el promedio o media aritmética:**  
(Suma de todos tus datos entre la cantidad de ellos)  
N(número de datos)= 6  
 $(4+1+11+13+2+7)/6= 6.33$  **= 6.33**



- **Calcular la Desviación Estándar :**  
Fórmula:  $[1/N-1(\text{Cada uno de tus datos} - \text{el promedio que hallaste})^2]$  y luego a todo le sacas la raíz cuadrada

**Sustituyendo valores resultaría:**

$1/(6-1) [(4-6.33)^2 + (1-6.33)^2 + (11-6.33)^2 + (13-6.33)^2 + (2-6.33)^2 + (7-6.33)^2]$   
y al resultado (23.86) le sacas la raíz cuadrada que sería 4.88  
**= 4.88**

