INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

"ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL… DÍA INTERNACIONAL DE LAS MONTAÑAS. CONTINUO DE ELEVACIONES MEXICANO (11 DE DICIEMBRE)"



- **En el año 2003, la Asamblea General de la ONU declaró el 11 de diciembre "Día Internacional de las Montañas".**
- **Estos recursos naturales abarcan el 25 por ciento de la superficie de la Tierra.**
- **Más del 22% de la superficie terrestre de México está compuesta por montañas. El Eje Transversal Neo-volcánico tiene las más altas de México.**
- **Puebla y Veracruz encabezan los estados con mayor elevación en el territorio nacional. Comparten la elevación del Pico de Orizaba que se localiza a 5,610 metros sobre el nivel del mar.**
- **Las montañas son vulnerables al cambio climático, la deforestación, la degradación de los suelos y los desastres naturales.**
- **El INEGI promueve el conocimiento del relieve, con productos como el Continuo de Elevaciones Mexicano, modelo digital con representación del 100% del relieve del territorio continental mexicano.**

Antecedentes

Las montañas abarcan el 25% de la superficie de la Tierra y desempeñan un papel crucial para el crecimiento económico sostenible mundial. Aportan el sustento y bienestar para cerca de 720 millones de personas que viven en ellas, además benefician indirectamente a miles de millones de personas que residen en las tierras bajas. En particular, suministran agua dulce, energía y alimentos, recursos que serán cada vez más escasos en décadas futuras. Sin embargo, también son vulnerables al cambio climático, deforestación, degradación de los suelos y desastres naturales.

El Día Internacional de las Montañas es una oportunidad para crear conciencia de la importancia que tienen para la vida, así como señalar las limitaciones que afronta el desarrollo de las zonas montañosas y crear alianzas entre los países para que se produzca un cambio positivo a favor de las tierras altas del mundo. A partir de 2003, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 11 de diciembre “Día Internacional de las Montañas”, alentando a la comunidad internacional a organizar actos para resaltar su importancia para el desarrollo sostenible.

En México, más del 22% de la superficie terrestre está compuesta por montañas. El Eje Transversal Neo-volcánico tiene las montañas más altas. La altura del Pico de Orizaba o Citlaltépetl es la de mayor elevación del país, con 5,610 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) que equivale a poco más de 18 veces la altura de la torre Eiffel. Como referencia, el punto de relieve más alto del mundo, es el Monte Everest (continente asiático) con 8,848 m.s.n.m.

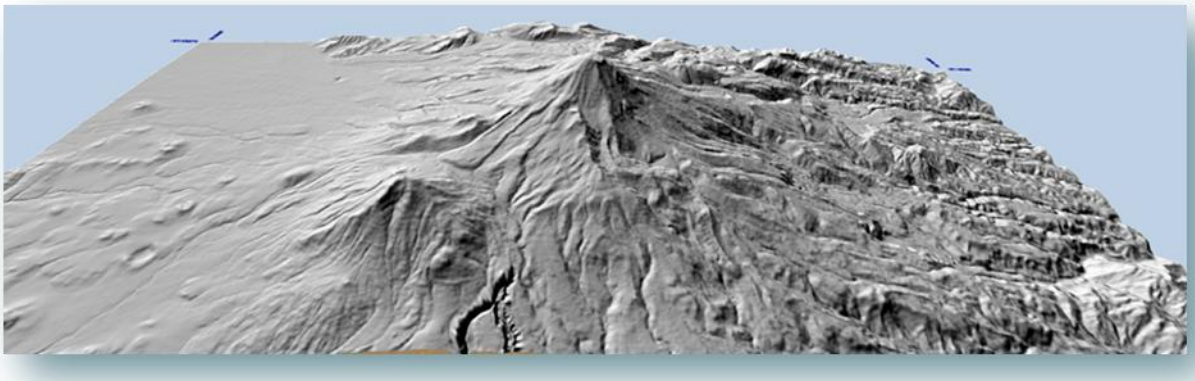


Imagen 1. Pico de Orizaba – Visualizador 3D del CEM 3.0

Con mil 546 metros de profundidad, 17 entradas y más de 56 kilómetros de largo (seis de los cuales son de galerías) el Sistema Huautla de sótanos y carvernas, es el más grande del continente americano y del hemisferio occidental. Está ubicado en el pueblo de San Agustín de Zaragoza, municipio de Huautla de Jiménez, Oaxaca.

En el planeta, la mina más profunda es Tau Tona ubicada en Carletonville, Sudáfrica con 3,585 m de profundidad.



Imagen 2. Anthodite Hall, una de las cámaras más grandes del Sistema Huautla de sótanos y cuevas; mide más de 400 metros de largo y es totalmente de piedra. Foto: cortesía de espeleólogos.

Modelos Digitales de Elevación

El relieve es la altura que tiene la superficie terrestre en diferentes puntos de la geografía. Su medida permite modelar las formas estructurales tales como montañas, valles y riveras, entre otros rasgos geográficos.

La representación del relieve siempre ha sido importante para conocer la información que existe acerca de los elementos en la superficie de la Tierra; es necesaria para el análisis y estudios de muy diversa índole en los campos de Ingeniería Civil y Ciencias de la Tierra. En particular, el estudio de la forma del terreno constituye un insumo básico para los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y para usuarios como cartógrafos, geólogos, hidrólogos, ingenieros y usos militares.

Un Modelo Digital de Elevación (MDE) es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. Es un archivo Raster, compuesto de pixeles, como las fotografías, que pueden ser de diferente tamaño, de tal manera que cada uno de los pixeles almacena un número que simboliza el valor de la altitud promedio del área representada por ese pixel.

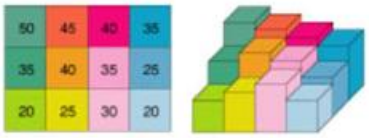


Imagen 3. Imagen Raster relacion pixel/altura.

Los MDE constituyen un medio para lograr la representación del relieve muy versátil y funcional, ya que a partir de éstos se puede conocer la conformación o morfología del terreno y también los elementos de origen antrópico y la vegetación presente en el mismo.

El Continuo de Elevaciones Mexicano

El Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) es un producto digital que ofrece de manera pública el INEGI a través de su sitio en Internet. En comparación con otros MDE del terreno, posee ventajas de homogeneidad en sus datos, con cobertura nacional y sin huecos de información, esto debido a que fue creado con el objetivo de proporcionar un producto con representación continua que aporte datos consistentes y actualizados del relieve continental mexicano. Representa las elevaciones del territorio mexicano, mediante valores que indican puntos sobre la superficie del terreno cuya ubicación geográfica se encuentra definida por coordenadas (X,Y) a las que se le integran valores que representan las elevaciones (Z).



Imagen 4. Vista CEM 3.0

El CEM tiene cobertura del 100% del territorio nacional y su principal innovación es la condición de continuidad y un marco de referencia vertical y horizontal uniforme.

Generación del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0

El Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), es creado a través de continuos vectoriales de la información base del INEGI, y cuenta con las capas siguientes:

- Curvas de Nivel escala 1:50 000
- Cuerpos de Agua escala 1:50 000
- Red Hidrográfica escala 1:50 000
- Bancos de Nivel y Vértices Geodésicos



Imagen 5. Insumos para la generación del CEM

A. Proceso de Generación

El Continuo de Elevaciones Mexicano se genera a través del procesamiento simultáneo de la información de curvas de nivel, cuerpos de agua, red hidrográfica, bancos de nivel y vértices geográficos.

Se genera con el método de interpolación denominado ANUDEM, el cual fue diseñado por Michael Hutchinson (1988) específicamente para crear modelos digitales de elevación.

Las características mas relevantes de este método son:

- Para el cálculo de las elevaciones toma como fuente la información que contiene datos de altura del terreno, como son las curvas de nivel, bancos de nivel y vértices geodésicos.
- Para las profundidades considera el agua como una fuente primaria de erosión, por tanto existen redes de drenaje bien establecidas y son representadas por la red hidrográfica y los cuerpos de agua.

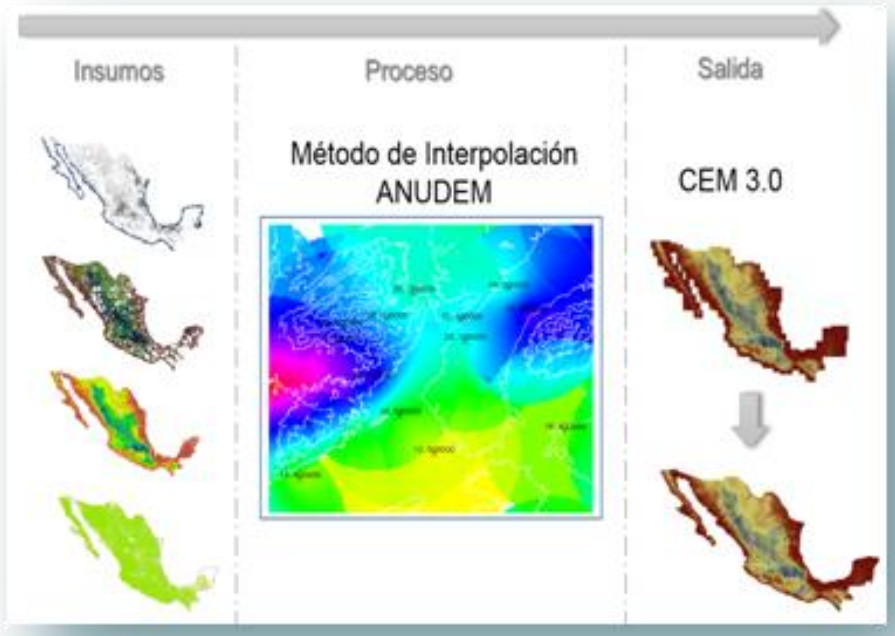
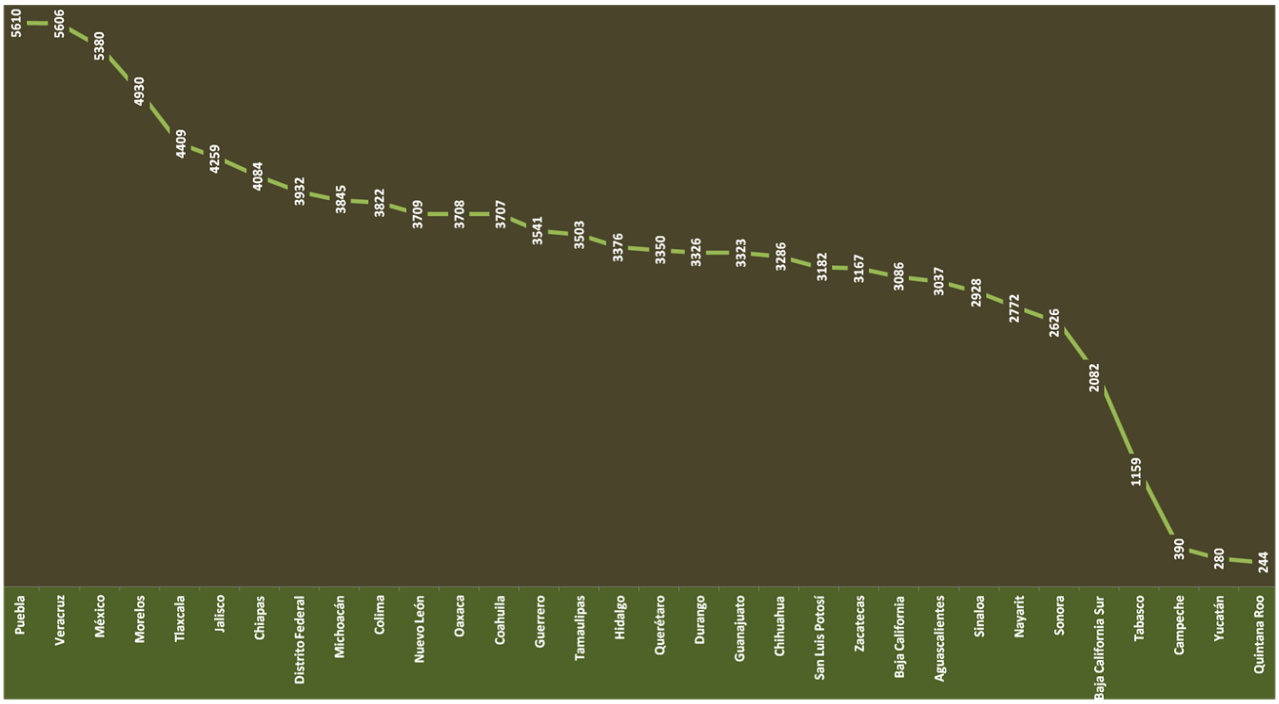


Imagen 6. Proceso de generación del CEM

Alturas máximas por entidad

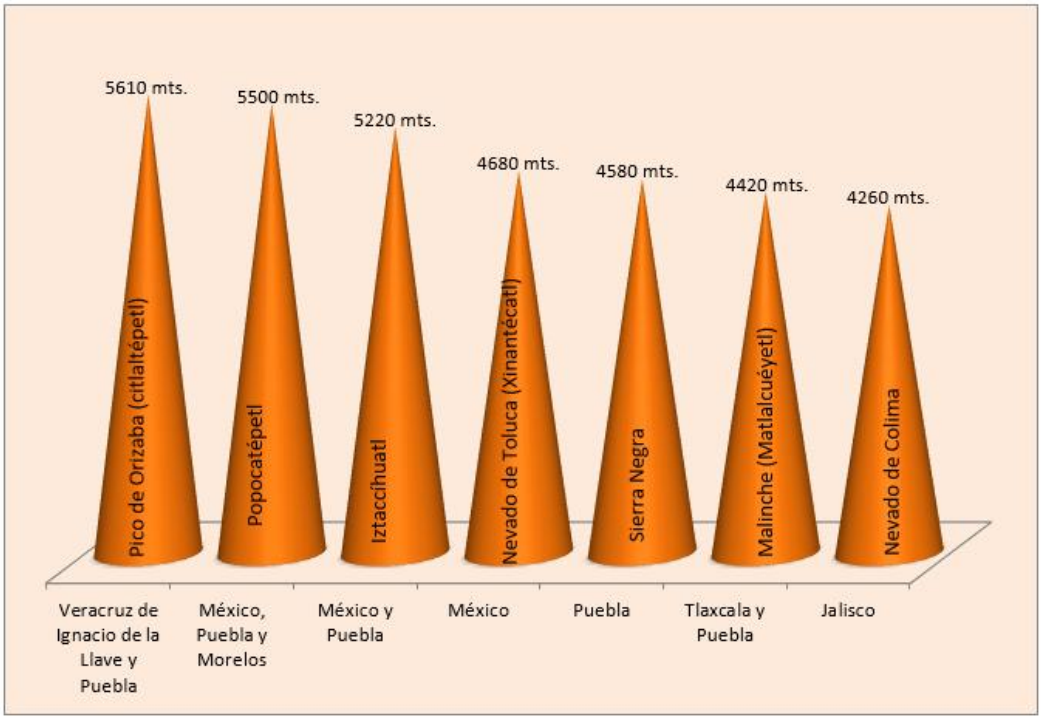
De los datos obtenidos del CEM 3.0, las elevaciones del territorio se encuentran distribuidas de la siguiente manera:



Gráfica 1. Elevaciones máximas por entidad federativa

Puebla y Veracruz encabezan los estados con mayor elevación en el territorio nacional; esto se debe a que comparten la elevación del Pico de Orizaba que se localiza a 5,610 metros sobre el nivel del mar. Le siguen los estados de Puebla, México y Morelos que comparten la elevación del Popocatépetl que cuenta con una elevación de 5,500 metros. En tercer lugar se encuentra el Nevado de Toluca que de igual forma lo comparten los estados de México y Puebla.

Sierra Negra en Puebla y el Nevado de Toluca son cumbres que se encuentran entre los 4,500 y 4,700 metros sobre el nivel del mar. Las entidades de Puebla y Tlaxcala comparten la elevación de la Malinche con 4,420 metros; después se tiene el Nevado de Colima, que curiosamente se localiza en el estado de Jalisco y tiene una elevación de 4,260 metros.



Gráfica 2. Principales cumbres de México

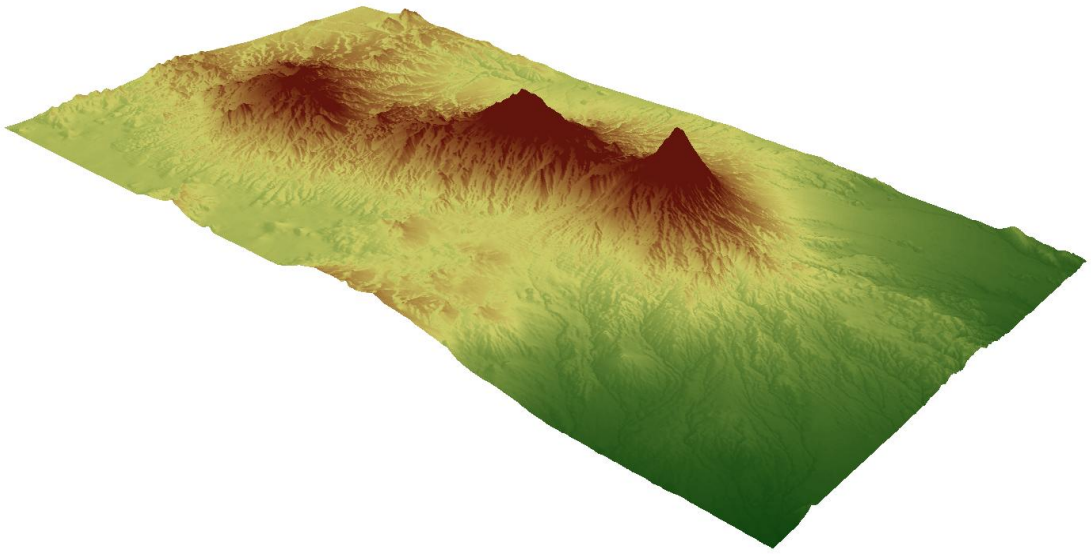


Imagen 7. Volcán Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Monte Tlaloc, Estados de Puebla, México y Morelos.
Vista en 3D. CEM 3.0

En la siguiente imagen se muestran las elevaciones antes mencionadas. Esta imagen pertenece al producto del CEM 3.0 con un efecto de hillshade, que permite enfatizar las elevaciones y visualizar con un aspecto de 3D.

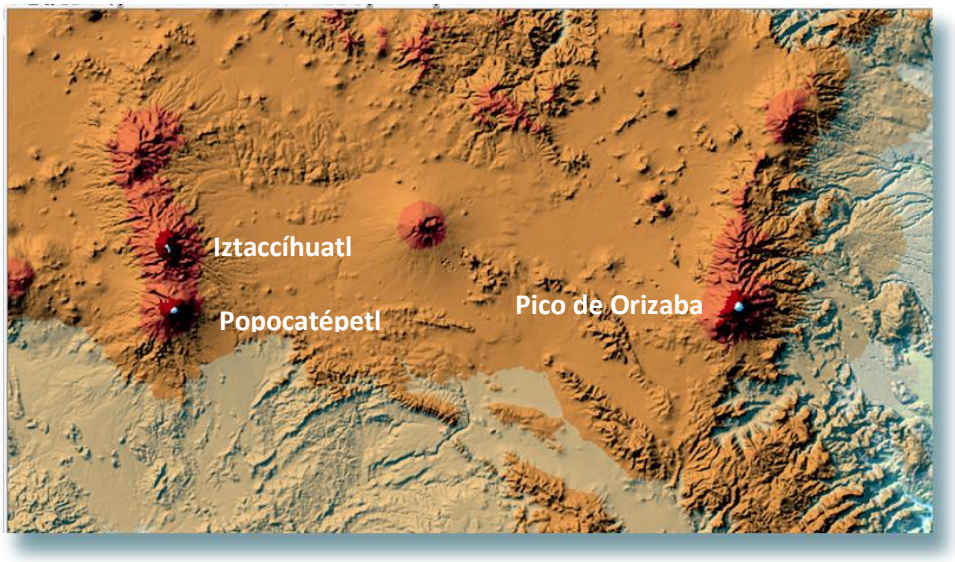


Imagen 8, Cumbres de México, Pico de Orizaba, Popocatépetl e Iztaccíhuatl, Sombreado del CEM 3.0

El volcán de Colima (Nevado de Colima) tiene una elevacion máxima de 4,260 metros. Se encuentra localizado en los estados de Colima y Jalisco.

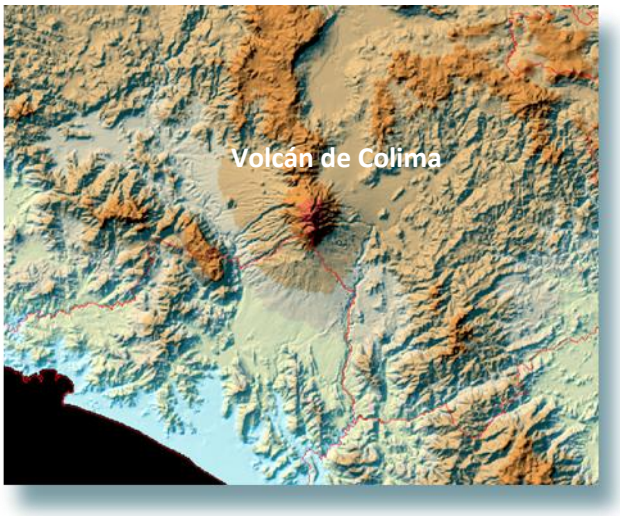


Imagen 9, Nevado de Colima, sombreado del CEM 3.0

De esta forma, el INEGI ofrece al público en general, el Continuo de Elevaciones Mexicano (actualmente en su versión 3.0, con una resolución de 15 metros), cuyo objetivo es proporcionar un producto con representación continua que permita aportar datos consistentes y actualizados del relieve continental mexicano al Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente. (http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx)

A través de este y otros modelos digitales de elevación se representan los componentes del terreno en mapas y planos, o de sistemas de información geoespacial, que sirven para la planeación, desarrollo y ordenación del territorio así como para la prevención y mitigación de desastres.

Fuentes de Información

1. Felicísimo, A. M. (1994). *Modelos Digitales del Terreno Introducción y aplicación en las ciencias ambientales.* Oviedo.
2. INEGI. (1 de Enero de 2013). *CEM 3.0*. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx
3. INEGI. (2013). *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013.* México: INEGI, 2013.
4. INEGI. (s.f.). *Modelos Digitales de Elevación (MDE) - Descripción*. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/queesmde.aspx
5. La Jornada. (21 de abril de 2013). *La Jornada*. Obtenido de http://www.jornada.unam.mx/2013/04/21/estados/028n1est
6. Naciones Unidas. (2013). El tema 2013: *"Montañas - clave para el futuro sostenible*". 18 noviembre 2014, de Naciones Unidas Sitio web: http://www.un.org/es/events/mountainday
7. FAO. (noviembre 2014). *Día Internacional de las Montañas - 11 de diciembre de 2014*. 18 noviembre 2014, de FAO Sitio web: http://www.fao.org/forestry/internationalmountainday/es/
8. Natural Resources GIS. (2014). *Modelo de Elevación Digital DEM*. 18 noviembre 2014, de Natural Resources GIS Sitio web: http://www.naturalresourcesgis.com/selevation.html.
9. Durón J. (2007). *Modelos Digitales De Elevación Para El Continuo De Elevaciones Mexicano*. 18 noviembre 2014, de INEGI Sitio web: http://mapserver.inegi.org.mx/eventos/cng2007/cng2007/extcemjavierduron.pdf