

# IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO CIVIL

**MSc. Ing. Manuel Pedroso Martínez, est. Jéssica Lázara Ortiz Cazañas, est. Nayla Díaz Díaz, est. Roxana Rodríguez Jackson, est. Yadiel Alejandro García Samá, est. Orisvel Rodríguez Hernández**

*Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.*

## Resumen

En los trabajos de ingeniería civil es indispensable el dominio de la Topografía, y cualquier tipo de proyecto que se ejecute necesita de su aplicación. La Topografía es una ciencia aplicada que, a partir de principios, métodos y con la ayuda de instrumentos permite representar gráficamente las formas naturales y artificiales que se encuentran sobre una parte de la superficie terrestre, como también determinar la posición relativa o absoluta de puntos sobre la Tierra. El topógrafo en la actualidad enfrenta el reto de realizar estudios topográficos y como parte de ellos los levantamientos para cumplir las expectativas del mercado. La Topografía es una profesión con un campo extenso. La siguiente Investigación persigue como objetivo explicar el papel que juega la Topografía en la formación del ingeniero civil, por otro lado se argumenta que entiende por topografía e ingeniería civil y la relación que existe entre las mismas.

*Palabras claves: Topografía; Ingeniería Civil; estudios topográficos; ciencia.*

---

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil es la profesión en la que los conocimientos de diferentes ramas de la ciencia, alcanzados con estudio, experiencia y práctica, se aplican a la proyección de obras civiles y arquitectónicas, utilizando eficazmente los materiales y las fuerzas de la naturaleza, con un gran sentido humanista y respeto absoluto por el entorno. Es la más antigua después de la ingeniería militar, de ahí su nombre para distinguir las actividades no militares con las militares. Para cualquier obra civil es indispensable utilizar los instrumentos topográficos ya que, sin estos, sería imposible estudiar el terreno donde se va a construir.

La Topografía es una de las herramientas más importantes para la ingeniería civil en la aplicación de sus diversas ramas, se puede considerar como la disciplina que comprende todos los métodos para medir, procesar y difundir la información acerca de la Tierra y el medio ambiente. Este mismo, permite hallar dimensiones de la superficie a través de mediciones de distancia, direcciones y elevaciones.

Lo anterior le permite a la ingeniería civil saber con exactitud todas las mediciones necesarias para estudiar su proyecto. Todas las mediciones del terreno, son importantes para el ingeniero civil, ya que esta rama de la ingeniería emplea conocimientos de cálculo, mecánica, hidráulica y física. Por esta razón las mediciones son importantes, un error de cálculo podría llevar una obra civil a consecuencias catastróficas.

Este trabajo persigue como objetivo fundamental

- Explicar el papel que juega la Topografía en la formación del ingeniero civil. Para ello se ha realizado un análisis de fuentes primarias y secundarias, a través de diferentes herramientas de búsquedas de internet, del empleo de la información brindada en disímiles empresas con vastos conocimientos topográficos, así como el uso de varias bibliografías con respecto al tema abordado.

## DESARROLLO

### Ingeniería

La ingeniería es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos para la innovación, invención, desarrollo y mejoramiento de técnicas y herramientas para satisfacer las necesidades de las empresas y la sociedad. Es el arte y técnica de aplicar los conocimientos científicos a la invención, diseño, perfeccionamiento y manejo de nuevos procedimientos en la industria y otros campos de aplicación científicos.

### Ingeniería Civil

La ingeniería civil es la disciplina de la ingeniería profesional que se encarga del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras emplazadas en el entorno, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, diques y otras construcciones relacionadas. La ingeniería civil es la más antigua después de la ingeniería militar, de ahí su nombre para distinguir las actividades no militares con las militares. Tradicionalmente ha sido dividida en varias subdisciplinas incluyendo ingeniería ambiental, ingeniería sanitaria, ingeniería geotécnica, geofísica, geodesia, ingeniería de control, ingeniería estructural, mecánica, ingeniería del transporte, ciencias de la Tierra, ingeniería del urbanismo, ingeniería del territorio, ingeniería hidráulica, ingeniería de los materiales, ingeniería de costas, agrimensura, e ingeniería de la construcción. Los ingenieros civiles ocupan puestos en prácticamente todos los niveles: en el sector público desde el ámbito municipal al gubernamental y en el ámbito privado desde los pequeños consultores autónomos que trabajan en casa hasta los contratados en grandes compañías internacionales.

### Topografía

La Topografía, es la ciencia que estudia los objetivos de la superficie de la tierra, con sus forma y detalles, tanto naturales como artificiales o ficticios. Es una disciplina o técnica que se encarga de describir de una forma muy detallada la superficie de un terreno, pero no solo se limita a realizar la elevación de campo en los terrenos, sino que posee componentes edición y reacción cartográfica, que se encarga de estudiar las elevaciones de los mapas geográficos.

La tarea del topógrafo es previa durante un proyecto: un arquitecto o ingeniero debe contar con un buen levantamiento plano-milimétrico o tridimensional previo del terreno y de "hechos existentes" (elementos inmóviles y fijos al suelo) ya sea que la obra se construya en el ámbito rural o urbano. Realizado el proyecto basándose en este revelamiento, el Ingeniero técnico en Topografía o Ingeniero en Geomática y Topografía se encarga del

"replanteo" del mismo: ubica los límites de la obra, los ejes desde los cuales se miden los elementos (muros, pilares...) y establece los niveles o la altura de referencia.

La Topografía no solo se limita a realizar los levantamientos de campo en terreno, sino que posee componentes de edición y redacción cartográfica, para que al confeccionar un plano se pueda entender el fonema representado a través del empleo de símbolos convencionales y estándares, previamente normados para la representación de los objetos naturales y antrópicos en los mapas o cartas topográficas.

### Importancia de la Topografía

La Topografía es de suma importancia para todos aquellos que desean realizar estudios de ingeniería en cualquiera de sus ramas, no solo por los conocimientos y habilidades que puedan adquirir, sino por la influencia didáctica de su estudio. También en la aplicación y proyección de diseños arquitectónicos y de ingeniería, ya que es la base en la que un diseño o futuro proyecto deberá reemplazarse.

Los proyectos de ingeniería de levantamientos topográficos y la Topografía en general, tienen una gran importancia en el desarrollo de proyectos de construcción de infraestructuras debido a la evolución y avance que se ha producido en esta ciencia por la ayuda de las nuevas tecnologías que permiten llevar a cabo mediciones y descripciones más precisas y exactas, por eso una medida mal tomada o un plano mal realizado puede tener graves consecuencias pues eso supondría una incorrecta representación de la realidad que impediría llevar a cabo construcciones en dicho terreno.

La Topografía tiene aplicaciones dentro de la ingeniería civil en la cual es necesario realizar trabajos topográficos antes, durante y después de la construcción de obras. Se utiliza extensamente, los resultados de los levantamientos se emplean por ejemplo para:

- Elaborar planos de superficie terrestre, arriba y abajo del mar
- Trazar cartas de navegación para uso en el aire, tierra y mar
- Establecer límites en terrenos de propiedad privada y pública

Resulta sencillo darse cuenta que esta ciencia es fundamental en la ejecución de obras, debiéndose realizar con tres premisas fundamentales: responsabilidad, velocidad y sencillez.

- Responsabilidad: porque la ejecución de la obra se realiza en base a las referencias que Topografía marca. Una marca realizada representa un trabajo posterior sin sentido por estar ubicada en el lugar que corresponde
- Velocidad: el retraso en las marcas representa el retraso en la obra, ya que nadie puede realizar su tarea si no sabe dónde hacerla

- Sencillez: Marcas complicadas de comprender o de utilizar son motivo de errores
- ### Instrumentos utilizados en la Topografía

Todos los trabajos de campo, necesarios para llevar a cabo un levantamiento, no consisten, en esencia, sino en la medida de ángulos y en la medida de distancias. Para cualquier obra civil es indispensable utilizar los instrumentos topográficos ya que, sin estos, sería imposible estudiar el terreno donde se va a construir.

Los instrumentos topográficos modernos que se utilizan actualmente son la mira, GPS, cinta de medición, nivel de precisión, teodolito, estación total y drones (robots voladores), entre otros. Estos instrumentos han evolucionado sorprendentemente para medir distancias, ángulos verticales y horizontales, medir rumbos, azimut y alturas. También se encuentran taquímetros ópticos y electrónicos, brújulas e instrumentos altimétricos. Además, le brinda al ingeniero no solamente un fácil manejo, si no obtener mediciones con más precisión en poco tiempo. De esta manera la Topografía y la ingeniería crean un gran lazo para desarrollar proyectos increíbles.

#### -Teodolito:

Es el instrumento apropiado para los trabajos de máxima precisión, como son las triangulaciones geodésicas y topográficas. Los teodolitos pueden ser de lectura óptica, tipo Wild y con lectura de índice que puede ser llamado de tipo clásico, estos últimos son utilizados a nivel mundial, aunque han caído en desuso.

#### -Taquímetros ópticos y electrónicos:

Es el instrumento que está especialmente indicado por los itinerarios. Evalúa las distancias con la mayor precisión posible. Existen taquímetros autorreductores Hammer Fennel y Kern y taquímetros electrónicos.

#### -Brújula:

Es un instrumento de orientación que utiliza una aguja imantada para señalar el norte magnético terrestre. Su funcionamiento se basa en el magnetismo terrestre, por lo que señala el norte magnético que corresponde con el norte geográfico y es inútil en las zonas polares norte y sur debido a la convergencia de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. Existen brújulas de limbo móvil y de limbo fijo.

#### -Instrumentos altimétricos

Un altímetro es un instrumento de medición que indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado y un punto de referencia; habitualmente se utiliza para conocer la altura sobre el nivel del mar de un punto. Entre ellos se encuentran los niveles.

## Unidades de medida

Se dividen en unidades lineales, superficiales y angulares. El conjunto de unidades de un tipo se denomina sistema de medida lineal, sistema de medida superficial y sistema de medida angular.

En Cuba, los sistemas más en uso son: el cubano, el americano y el métrico decimal. Actualmente se ha oficializado el métrico decimal, por ser de fácil aplicación y de uso universal. Aun se sigue usando el sistema cubano conjuntamente con el método decimal en los problemas agrarios.

## Aplicaciones de la Topografía en la Ingeniería civil

El paso inicial para realizar cualquier obra de Ingeniería Civil es conocer la Topografía del terreno sobre el cual va enclavada la obra, por tanto, tiene aplicaciones en movimientos de tierra, rellenos topográficos, proyectos de carreteras, replanteo de ferrocarriles, puentes, apertura de túneles, acueductos y alcantarillados, obras portuarias, presas, riego y drenaje, urbanización, aeropuertos, etc. Todo estudio de ingeniería, puede decirse que fundamentalmente es un trabajo topográfico. Entre sus aplicaciones principales se pueden mencionar:

- Realización de estudios topográficos
- Levantamientos para la proyección de obras de construcción
  - Levantamientos cartográficos: se llevan a cabo en mapas de pequeña escala (1/200000, 1/50000, etc.) Se necesita el apoyo de la geodesia para pasar a superficie plana, será necesario apoyarse en la fotogrametría.
  - Levantamientos topográficos: son levantamientos de escala a grandes medidas (1/5000, 1/100, 1/10 máximo), no es necesario tener en cuenta la curvatura terrestre y de recurrir a la geodesia. Aunque si se hace un canal o similar de gran longitud, en el que hay que superponer varios planos, es necesario tener en cuenta la geodesia.
  - Levantamientos catastrales: se realizan para determinar cómo es la planimetría de la parcela (1/5000).
  - Levantamientos urbanos: se hace en municipios para que quede representada la planimetría de cada edificio o solar (1/500).
  - Levantamientos para proyectos de ingeniería: se hace en el caso en que se tiene una escala grande y se necesita de una pequeña, entonces hay que hacer el propio plano (1/1000).
- Replanteo de obras proyectadas
- Control y ejecución de obras

- Realización y levantamiento de la obra terminada
- Determinación del asentamiento y deformaciones de las obras

La Topografía es la descripción más o menos detallada de un lugar determinado, o sea, comúnmente, una descripción escrita, acompañada frecuentemente de vistas, planos o croquis, etc., para mayor ilustración. Es una ciencia físico matemática que tiene por objeto determinar la posición relativa de los puntos situados en porciones limitadas de la superficie de la Tierra suficientemente pequeñas para poder ser consideradas como planas con el fin de:

- conocer la figura y dimensiones de cualquiera de estos territorios o pequeñas porciones de la Tierra, así como la figura dimensiones y posición sobre dicho terreno, de las líneas y puntos que en él se consideren (levantamiento topográfico de planos y nivelación).
- representar estos terrenos, líneas y puntos (confección de planos).
- trazar sobre dichos terrenos las líneas y determinar los puntos, que sean necesarios (replanteo topográfico).

Se puede decir que la Topografía es la ciencia que tiene por objeto el estudio los métodos e instrumentos necesarios para obtener información cuantitativa y cualitativa de objetos físicos del terreno de forma precisa mediante procesos de medición, cálculo y dibujo para su representación gráfica aplicada a la proyección de obras civiles y arquitectónicas. Para realizar los levantamientos topográficos pertinentes es necesario conocer las mediciones fundamentales (lineales y angulares); los tipos de ángulos, así como los instrumentos y accesorios para la medición de los mismos y su clasificación en cuanto a la precisión; los errores fundamentales cometidos en las mediciones y las correcciones necesarias; los métodos y etapas fundamentales para realizar los levantamientos; la clasificación de los levantamientos de acuerdo a la tecnología utilizada; la simbología necesaria para elaborar un plano topográfico; los métodos para la obtención del perfil longitudinal y las secciones transversales; los métodos para la evaluación de las áreas; las etapas y métodos del replanteo de obras viales; la forma de controlar obras viales mediante técnicas topográficas; y otras cuestiones referidas al tema necesarias para la formación del Ingeniero Civil. Por su gran aplicación en los trabajos de

construcción merece que se le tenga muy en cuenta, ya que el éxito de un proyecto está íntimamente relacionado con la precisión obtenida en los trabajos topográficos.

## **CONCLUSIONES**

Con la realización de este seminario se llega a la conclusión de que la Topografía es una profesión de un campo muy extenso, por lo que es indispensable para cualquier tipo de proyecto; tiene como objetivo esencial la representación en un plano de una parte de la superficie terrestre. Dicho plano topográfico, se confecciona a una determinada ESCALA que a su vez depende de la necesidad técnica que debe satisfacer. Además, cualquier proyecto de obra civil (caminos, ferrocarriles, diques, canales de riego, etc.) necesita ineludiblemente, para que resulte racional y económico, contar con una fiel representación del terreno donde finalmente se empezará la obra. Con esto se evita además el serio riesgo de la improvisación, con sus nefastas consecuencias de todo orden.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda al Departamento de Construcciones de la Universidad de Matanzas que la presente investigación sea utilizada por los futuros estudiantes de la carrera para la elaboración de posteriores trabajos; y de esta forma dejar plasmado una vez más el papel que juega la Topografía para la formación del Ingeniero Civil, así como una iniciativa que le permita al futuro profesional involucrarse con esta disciplina, e incluso le sirva de apoyo en su trabajo cuando, de ser el caso, viva de la topografía.



## BIBLIOGRAFÍA

F. Dominguez García-Tejeiro. 1997. *Topografía abreviada*. Ediciones Mundia-Prensa.

Ing. Raúl Benítez. 1983. *Topografía para ingenieros civiles*. Tomo II. Editorial Pueblo y Educación.

Luis Rodríguez León. *Topografía básica*. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación.

Consultado [https:// es.slideshare.net/Jazalahe/importancia de la topografía](https://es.slideshare.net/Jazalahe/importancia-de-la-topografía)

Consultado [https:// ingecolombia.files.word.press.com/2014/importancia de la topografic3ada.pdf](https://ingecolombia.files.wordpress.com/2014/importancia-de-la-topografic3ada.pdf).

Consultado [https://: medium.com/@2520162037/aplicación de la topografía a la ingeniería civil](https://medium.com/@2520162037/aplicación-de-la-topografía-a-la-ingeniería-civil)



---

*CD Monografías 2018*  
*(c) 2018, Universidad de Matanzas*  
*ISBN: 978-959-16-4235-6*