

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA VIAL
MENCIÓN EN CARRETERAS, PUENTES Y TÚNELES



Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Vial con
Mención en Carreteras, Puentes y Túneles.

**Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias
en las obras viales en el Perú, año-2019**

Autor: Ing. Prado Amaya Gerson Nensain

Asesor: Dr. Chavarry Vallejos Carlos

LIMA - PERÚ

2019

Página del Jurado

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA VIAL
MENCIÓN EN CARRETERAS, PUENTES Y TÚNELES**

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras,
Puentes y Túneles.

**Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales
en el Perú, año-2019**

Autor: Ing. Prado Amaya Gerson Nensain

Asesor: Dr. Chavarry Vallejos Carlos

Mag. Carlos Agustín Saito Silva
Presidente del Jurado

Dr. Andres Avelino Valencia Gutierrez
Miembro 01

Mag. Francisco Antonio Aramayo Pinazo
Miembro 02

Dr. Carlos Magno Chavarry Vallejos
ASESOR

Lima, agosto de 2019

Dedicatoria

A mi madre Maria Elena Amaya, por ese ejemplo constante de auto superación y fortaleza para continuar siempre hacia adelante, enfrentando la vida con Amor y lucha.

A mi bella esposa Francy Gomez Lizarazo, por su sacrificio y entrega para que este sueño se hiciese realidad.

A mis hijas Laura Alejandra y Natalia Isabella, al igual que a mi hijo Andrés Felipe por su paciencia y generosidad al destinar nuestro tiempo de familia para la construcción de este sueño.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento a toda la plana de catedráticos de la Maestría en Ingeniería Vial de la Universidad Ricardo Palma, en especial a mi asesor y gran maestro el Dr. Carlos Chavarry Vallejos, por la paciencia, enseñanzas y orientación al desarrollar la presente tesis de maestría.

Contenido

Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	ix
Introducción	1
1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Problema General	6
1.2.2. Problemas Específicos	6
1.3. Importancia y justificación del estudio.....	6
1.4. Delimitación del estudio.....	8
1.5. Objetivos de la investigación.....	10
1.5.1. Objetivo General	10
1.5.2. Objetivos Específicos	10
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Marco histórico.....	11
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.....	15
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	23
2.3.1. Trabajo y operaciones de campo en Topografía	24
2.3.2. Trabajo y operaciones de oficina o gabinete.	24
2.3.3. Hipótesis en que se basa la topografía plana.	25
2.3.4. Clases de levantamientos de topografía plana	25
2.3.5. Levantamientos de tipo general	26
2.3.6. Levantamiento longitudinal o de vías de comunicación	26
2.3.7. Levantamientos de minas	27
2.3.8. Errores en las mediciones topográficas	28
2.3.9. Sistema de posicionamiento global (GPS)	30
2.3.10. Tecnología LiDAR	34
2.4. Definición de términos básicos.....	39
2.5. Fundamentos teóricos.....	40
2.6. Hipótesis.....	43
2.6.1. Hipótesis General	43
2.6.2. Hipótesis Específicas	43

2.7. Variables.....	44
2.7.1. Definición conceptual de las variables	44
2.7.2. Definición operacional de la variable	44
2.7.3. Operacionalización de las variables	45
3. CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	46
3.1. Tipo, método y diseño de la Investigación.....	46
3.2. Población y muestra	47
3.2.1. Cálculo de la Muestra	49
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.4. Descripción de procedimientos de análisis.....	55
3.4.1. Entrevista	55
3.4.2. Encuesta	55
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	56
4.1. Resultados.....	56
4.1.1. Entrevistas a las Casas de venta y alquiler de Equipos Topográficos	56
4.1.1. Entrevistas a Expertos en Topografía aplicada a la Ingeniería Vial	61
4.1.1. Encuestas a Alumnos y egresados de la carrera de Ingeniera Civil	65
4.2. Análisis de Resultados o discusiones de los resultados.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	90

Listado de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1	Definición conceptual de las variables	44
Tabla 2:	Definición conceptual de las Sub-variables	44
Tabla 3	Variables Sub-variables y Actividades.	45
Tabla 4	Número de estudiantes egresados de Ing. Civil. 2017	48
Tabla 5	Nivel de confianza	49
Tabla 6:	Resultado del tamaño de la muestra	51
Tabla 7	Número de la muestra calculada para cada Universidades de Lima.	52
Tabla 8:	Validación de los resultados	60
Tabla 9:	Resultados de la Tecnología	60
Tabla 10	Expertos entrevistados	61
Tabla 11	Valores del nivel de validez de las preguntas del cuestionario	61
Tabla 12:	Validación de los resultados Expertos	64
Tabla 13:	Resultados de la Tecnología	64
Tabla 14:	Estadística de fiabilidad Alfa de Cronbach	65
Tabla 15:	Estadística de total del elemento	65
Tabla 16:	Estadística de fiabilidad Alfa de Cronbach	67
Tabla 17:	Estadística de total del elemento	67
Tabla 18	Sexo del Encuestado	68
Tabla 19	Importancia de la Topografía en la Ingeniería Vial	69
Tabla 20	Equipos más usados en prácticas de Topografía	69
Tabla 21	Conocimiento en la Tecnología LASER	70
Tabla 22	Equipos Tecnológicos enseñados en la Universidad	70
Tabla 23	Conocimiento de la Tecnología LiDAR	71
Tabla 24	Conocimiento de la Tecnología DRON	72
Tabla 25	Ausencia de textos de consulta en Equipos de Topografía	73
Tabla 26	Implementar capacitaciones nuevas tecnologías	73
Tabla 27	Validación de la hipótesis Nuevas Tecnologías	74
Tabla 28	Tipos de Tecnologías en topografía	75
Tabla 29:	Validación de la hipótesis Deficiencias Infraestructura	76
Tabla 30	Sexo Encuestados	77
Tabla 31	Importancia de la Topografía	78
Tabla 32	Elementos usados en Topografía	78
Tabla 33	Conocimiento de la Tecnología Laser	79
Tabla 34	Tecnología aprendida en la Universidad	79
Tabla 35	Conocimiento de la Tecnología LiDAR	80
Tabla 36	Conocimiento de la Tecnología DRON	80
Tabla 37	Ausencia de textos sobre Tecnología en topografía	81
Tabla 38	Importancia de implementar capacitaciones	81
Tabla 39	Matriz de Consistencia	93
Tabla 40	Matriz de Operacionalización	94
Tabla 41	Encuesta	96

Listado de tablas y figuras

Figuras

Figura 1:	Capitulo IX: estudios de Ingeniería Básica.....	4
Figura 2:	Constructo, como elemento estructural teórico	23
Figura 3:	Constelación navstar.....	31
Figura 4:	Comparación Geoide y Elipsoide	32
Figura 5:	Deflexión vertical Geoide y Elipsoide.....	34
Figura 6:	LiDAR aerotransportado	34
Figura 7:	LiDAR terrestre	37
Figura 9:	Importancia de la Topografía por Sexo	68
Figura 10:	Elementos usados en prácticas de Topografía por universidad	69
Figura 11:	Equipos enseñados en la Universidad por sexo	70
Figura 12:	Práctica de la Tecnología LiDAR por Universidad	71
Figura 13:	Ausencia de textos de consulta en Topografía por Universidad.....	72

Resumen

La aplicación de nuevas tecnologías en la topografía de obras viales está revolucionando el mundo, y el Perú ya está aplicando dichas tecnologías en muchos de los proyectos viales a nivel público y privado, es por ello que es necesario conocer el nivel de conocimiento que tienen los Ingenieros Civiles frente estos nuevos retos.

Las posibles consecuencias del desconocimiento parcial o total de la aplicación de las nuevas tecnologías en Topografía en las obras viales puede generar importantes discordancias en los resultados de las mismas, en algunos casos dichas variaciones son parte de los adicionales de obra, es por ellos que este trabajo se ha dedicado a establecer un ápice en la investigación de éstas nuevas tecnologías y el nivel de conocimiento que se tiene sobre ellas, así como sus posibles consecuencias en las obras viales.

En esta investigación se concluye que el desconocimiento parcial o total del uso y procedimientos de las nuevas tecnologías utilizadas en Topografía generan una serie de deficiencias en los estudios Topográficos, replanteos y ejecución de obra, que al final se traduce en pérdidas monetarias y problemas de índole legal.

Palabras Clave: Topografía, Dron, GPS, tecnología LiDAR, tecnología BIM.

Abstract

The application of new technologies in the topography of road works is revolutionizing the world, and Peru is already applying these technologies in many of the public and private road projects, that is why it is necessary to know the level of knowledge that the Civil Engineers facing these new challenges.

The possible consequences of the partial or total ignorance of the application of new technologies in Topography in road works can generate important discordances in the results of the same, in some cases these variations are part of the additional work, it is for them that this Work has been devoted to establishing an apex in the investigation of these new technologies and the level of knowledge that is had about them, as well as their possible consequences in road works.

In this investigation it is concluded that the partial or total ignorance of the use and procedures of the new technologies used in Topography generate a series of deficiencies in Topographic studies, redefinitions and execution of work, which in the end results in monetary losses and problems of nature legal.

Key Words: Topography, Drone, GPS, LiDAR technology, BIM technology

Introducción

Este trabajo tiene su justificación dada la importancia de conocer los elementos con los cuales trabajamos día a día en nuestro ejercicio topográfico aplicado a la Ingeniería Vial, además de la necesidad de dilucidar el nivel de preparación de nuestros ingenieros frente a estos nuevos retos, tales como interpretar los resultados de las nuevas tecnologías, así como su correcta identificación y manipulación, entre otros.

El tema elegido para la presente investigación tiene relevancia técnica y social, además de la importancia práctica dado que puede servir de ápice a futuro como elemento de trabajo y consulta en nuevas investigaciones relacionadas con el tema.

A través del desarrollo de la ingeniería Vial se ha evidenciado la existencia de adicionales de obra por deficiencias en la información topográfica, por lo que surge la importancia de abordar el particular dada la convulsión política existente en el momento actual, siendo que muchas de estas circunstancias pueden ser mitigadas ex - ante. Como resultado de la implementación de estas nuevas tecnologías en los trabajos de obras viales se tiene la connotación de ser un aporte innovador, más aún que no existen en el medio investigaciones similares al tema.

Como objetivo principal se tiene:

Determinar la relación entre las tecnologías aplicadas en la Topografía y las deficiencias en la infraestructura vial mediante estadística descriptiva, para establecer equipos y sus procedimientos en la ejecución de las obras viales en el Perú, año-2019,

Como objetivos específicos se tienen:

a) Determinar las principales tecnologías utilizadas en Topografía para establecer su relación con sus diferentes usos y características en las obras viales en el Perú, año -2019.

b) Determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, para establecer las diferencias en coordenadas planimetrías y altimétricas en las obras viales en el Perú, año-2019.

c) Determinar el nivel de conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura para establecer si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para acometer obras viales en el Perú, año-2019.

Al determinar las principales tecnologías utilizadas en Topografía se establecieron los diferentes usos y sus características en las obras viales del Perú, de igual manera se tiene que al determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, se establecieron las diferencias más comunes presentadas a nivel de planimetría y altimetría en las obras viales, esto tiene directa relación al sondear el conocimiento de las tecnologías Topográficas, indagando si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para abordar las obras viales con dichas tecnologías.

En el Capítulo 1 de este trabajo se encuentra descrito el planteamiento del problema, donde se describe y se justifica la importancia del presente estudio, así como la delimitación y los objetivos del mismo. En el Capítulo 2 se desarrolla el Marco Teórico compuesto por el Marco Histórico, las investigaciones relacionadas con el tema, fundamentos teóricos, hipótesis y la definición de las variables. Es importante recalcar que este estudio no tiene precedentes de forma bibliográfica, situación que dificulta el soporte de las investigaciones precedentes al mismo. En el Capítulo 3 se indica el marco metodológico donde se describe el tipo, método y diseño de la investigación, así como el cálculo muestral, el Capítulo 4 muestra los resultados y las conclusiones de dichos resultados, por último, se tiene el Capítulo 5 con los anexos del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la concepción de los proyectos de Ingeniería existe una participación por parte de la Topografía no solo necesaria sino por demás substancial, nutriendo y sustentando de información matemática a todas las áreas de la ciencia, en especial a la Ingeniería Vial, constituyéndose por ende en la columna vertebral de los proyectos viales por antonomasia. Pese a esto, sin una razón aparente se ha desestimado su importancia a través del tiempo, perdiendo su trascendencia en los proyectos de Ingeniería.

Sólo basta una corta mirada a la información existente relacionada con las diferentes deficiencias en los proyectos viales, ya sea a nivel de Estudios Técnicos, o ya sea al momento del replanteo topográfico, para evidenciar imprecisiones en la información, mismas que muchas veces son tituladas con la frase “Deficiencias en el expediente Técnico”. Dichas inexactitudes en algunos casos generan cambios a nivel contractual, involucrando adicionales de obra, y hasta en ocasiones desenlaces de tipo jurídico y legal.

Es entonces que se avizora dentro de la problemática de estas inconsistencias en los proyectos Viales, que gran parte de estas deficiencias son de índole topográfico. Estas discordancias pueden estar relacionadas con el factor humano, probablemente por la falta de capacitación del personal operario e incluso especialista, y hasta en ocasiones la evidente falta de experiencia y desconocimiento de las herramientas existentes, entre muchas otras.

Dentro de esta amalgama de causalidades, se ha determinado hacer hincapié en esta investigación a la aplicación de las tecnologías en el ejercicio de la Topografía en la Ingeniería Vial, su conocimiento y aplicación en el Perú.

En el desarrollo de la presente investigación se demostrará el vacío existente en el conocimiento de las tecnologías en Topografía por parte de nuestros estudiantes de Ingeniería Civil, incluyendo una serie de incidencias limitantes, como la inexistencia de textos guía que relacionen los conocimientos a esta disciplina, así como también la ausencia en la exigencia normativa de los diferentes manuales viales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones circunscritos en la Normativa Peruana. Normativa la cual sea dicho de paso, está orientada de manera ínfima a verificaciones Topográficas de cálculos nimios que pueden llegar a ocultar algunos vicios de fondo que pueden ser conducentes a errores.

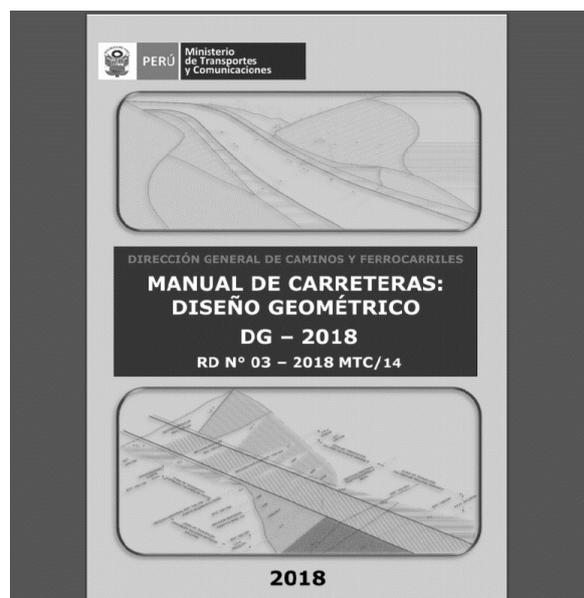


Figura 1: Capítulo IX: estudios de Ingeniería Básica.
Fuente: Manual Diseño Geométrico (DG-2018).

Como ejemplo tenemos que el Manual Diseño Geométrico (DG-2018) aprobado con RD N° 03-2018-MTC/14 (30.01.2018), figura 1, en el que se menciona únicamente el componente de Topografía en la página 279 de manera superficial, tal como se puede observar en la figura anterior.

De igual manera sucede con los demás manuales del MTC, salvo el Manual de Inventarios Viales aprobado con RD N° 22-2015-MTC/14 (28.12.2015), el cual contempla de forma tangencial los tipos de GPS a utilizar en las prácticas de Inventario Vial. Dicha información se puede observar en las páginas de la 30 a la 32 del documento mencionado.

Es importante mencionar que éste fenómeno no es exclusivo del Perú, en otros países latinoamericanos también se han cuestionado sobre esta misma problemática, tal es el caso de Uruguay, donde Montes de Oca (2012) manifiesta en su documento que el principal problema en los relevamientos y replanteos en la Topografía moderna aplicada en las distintas etapas de la obra civil lineal, radica en la transferencia de datos entre los profesionales actuantes, ya que muchas veces existe un desconocimiento parcial y en ocasiones hasta total de la problemática que trae la utilización y compatibilización de las diferentes metodologías.

Y es que la tendencia entre profesionales conocedores de las nuevas prácticas de Topografía aplicadas en las obras viales, confluyen en la idea de que la mayoría de los procesos con aplicación de nuevas tecnologías tienen la propensión de contener errores, es decir, que al llegar a la etapa de replanteo con dichos procesos, sea cual fuere la metodología y/o tecnología utilizada, conllevarían a incongruencias con la realidad, y esto al parecer es un resultado habitual al momento de enfrentar los proyectos viales.

Es por ello que en este documento se plantea con ahínco la necesidad de investigar sobre las diferentes tecnologías en topografía usadas en el Perú, siendo preciso ahondar en el particular, no solo para tratar de entender dicho fenómeno sino también para establecer una herramienta que pueda servir a futuro como elemento diferenciador y tal vez como un aporte normativo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son las tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales en el Perú, año-2019?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles son las principales tecnologías utilizadas en Topografía y su relación con las características de las obras viales?
- b. ¿Cuáles son las principales deficiencias presentadas en la infraestructura de las obras viales?
- c. ¿Cuál es el conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación con las obras viales?

1.3. Importancia y justificación del estudio

Dada la actual concepción que se tiene de la Topografía no sólo en el Perú sino también en los países latinoamericanos, donde se aborda de forma general como una materia que se puede estudiar a manera de curso, impide que ésta sea visualizada con la perspectiva e importancia que le precede, siendo una carrera profesional esencial, que fundamenta la estructura de esa columna vertebral que sirve de apoyo a todo proyecto de Ingeniería Vial.

La información topográfica recabada, levantada y calculada abarca responsabilidades de gran envergadura que puede incluso llegar a generar el éxito o la adversidad de cualquier proyecto dependiendo de varios factores, entre ellos el especial cuidado, correcto control y manejo de información en los procesos de estudio, ejecución y post construcción de cualquier proyecto de Ingeniería.

El anterior argumento evidencia claramente la importancia y universalidad en la aplicación de la Topografía en el área de la Ingeniería, más aún de la Ingeniería Vial, siendo éste último un tema que se encuentra actualmente en boga en el Perú, dadas las

políticas de expansión, construcción y mantenimiento de las vías como eje competitivo según las políticas establecidas por el Estado Peruano.

Es abrumador conocer que pocas veces tenemos la oportunidad de abordar un tema que se ha tendido a demeritar, y en algunos casos a subestimar, siendo que la profesión de Topógrafo es tan importante, precisa y versátil como cualquier otra especialidad de la Ingeniería Civil, más aún cuando su ejercicio representa una oportunidad de conocimiento y práctica de la geometría plana o euclidiana como fuente de la interpretación matemática. Algunas universidades han entendido la trascendencia de tan importante labor que como ejemplo se tiene a la Universidad de la Altiplanicie en Puno (Perú), la cual ha implementado la carrera de Ingeniería Topográfica dentro de su nutrido abanico académico.

Se evidencia entonces que, dicha brecha haya generado que los textos de consulta en el área de la Topografía sean escasos y hasta superfluos en el contenido de su información, generando grandes vacíos al momento de su reflexión y estudio, en especial en lo pertinente a la Ingeniería Vial, es por esto que se ve como una necesidad el tratar de identificar cada una de estas falencias para establecer un precedente, el cual podría crear a futuro un compendio con la información más relevante, que sirva de sustento, guía y asesoramiento del Ingeniero Vial y del profesional en Topografía que esté interesado en enfrentarse de manera seria y profesional ante la gran demanda que se tiene en la Actualidad de esta rama en particular.

Al llevar a cabo la presente investigación se pretende obtener como aporte el dar a conocer la brecha existente entre el conocimiento teórico-práctico de las diferentes tecnologías aplicadas en la Topografía en el Perú y la existencia de las mismas brindadas en el mercado actual.

Probablemente al cerrar la brecha entre el conocimiento de la tecnología y su correcta aplicación en el ejercicio de la Ingeniería Vial mitigaría la mayor proporción de adicionales de obra, tal como se ha indicado en esta investigación.

1.4. Delimitación del estudio

Como se ha evidenciado en este documento, es necesario delimitar el alcance de esta investigación, la cual está enfocada a identificar las tecnologías utilizadas en Topografía en las especialidades viales, y por ende su enfoque está orientado hacia aquellos instrumentos tales como Estaciones Totales, GPS Dinámicos, estacionarios, tecnología LiDAR (aérea, dron, vehicular) y su posible influencia en los resultados en la infraestructura en las especialidades de carreteras, Puentes y Túneles.

Como parte integral del desarrollo de la investigación se han realizado entrevistas a tres de las casas más representativas de ventas y suministro de este tipo de tecnologías, registrando en detalle la existencia de los equipos más requeridos en los últimos cinco años. Dicho registro de información se evidencia en el capítulo 04 del presente documento.

De igual manera, es menester indicar que debido a las características de la problemática, su dimensionamiento y la falta de información relacionada con la investigación, se ha propuesto recopilar experiencias suficientes mediante entrevistas a conocedores en el tema (Juicio de Expertos), entrevistas las cuales se realizaron a modo individual a estos expertos, y a su vez se les presentaron los instrumentos de toma de información (Encuesta a Estudiantes-Constructo) para su revisión y comentarios, proceso que convalidó la efectividad de la toma de información.

Los aspectos distintivos de estos expertos varían en su desempeño profesional, siendo que su trasegar contiene una serie de experiencias que permiten conocer más a detalle esta problemática, entre ellos se tienen a Gerentes viales, Coordinadores de estudios técnicos de empresas reconocidas en el mercado y exfuncionarios del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Luego de validados los instrumentos mediante el Juicio de Expertos, se realizaron las encuestas a Estudiantes de los dos últimos ciclos de la carrera de Ingeniería Civil y también a alumnos de Maestría en Ingeniería Vial, todos ellos pertenecientes a algunas de las más prestigiosas e importantes Universidades de Lima que han sido avaladas por la SUNEDU como ente rector.

De los resultados arrojados de la contrastación fruto de la elaboración y toma de estas encuestas, se procedió a realizar el análisis de la información la cual contrasto las Hipótesis planteadas.

Una de las principales limitaciones encontradas en la presente Investigación es la falta de información, dado que no existe documentación alguna relacionada con el tema en estudio, son muy pocas las tesis a nivel de Latinoamérica que abordan los temas de Topografía y aquellas que se relacionan con la topografía no enfatizan el ámbito Vial.

Es por lo anterior que esta investigación se considera innovadora, con el ánimo de que la misma sirva de pilastra a otras investigaciones que traten de introducirse cada vez más en el perfeccionamiento de la práctica de la Topografía con tecnología de última generación en el ámbito vial.

Una de las incógnitas que surge al elaborar esta investigación es ¿Por qué no encuestar al usuario directo de la tecnología en Topografía? Aquel personaje encargado de elaborar los expedientes técnicos, o aquellos topógrafos que se dedican a estas lides, y esta pregunta, aunque tiene valor lógico fue excluida del proceso dadas las dificultades de consecución y posibles desviaciones de la información por la falta de objetividad en sus respuestas, por ende, las herramientas de entrevistas fueron enfocadas hacia expertos involucrados en el tema en particular, en contraste con las encuestas a estudiantes de últimos ciclos de Ingeniería Civil, por su actual protagonismo en los diferentes proyectos viales.

De igual forma, se intentó indagar mediante correspondencia enviada directamente a las entidades del estado, tales como el MTC, Provías Descentralizado, Provías Nacional, el IGN, sin encontrar respuesta alguna al momento de la entrega del presente documento. El cargo de dichos documentos se puede encontrar en los anexos de ésta Investigación.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General

Determinar la relación entre las tecnologías aplicadas en la Topografía y las deficiencias en la infraestructura vial utilizando estadística descriptiva, para establecer equipos y sus procedimientos de ejecución en las obras viales en el Perú, año-2019,

1.5.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar las principales tecnologías utilizadas en Topografía para establecer su relación con sus diferentes usos y características en las obras viales en el Perú.
- b. Determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, para establecer las diferencias en coordenadas planimetrías y altimétricas en las obras viales en el Perú.
- c. Determinar el nivel de conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura para establecer si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para acometer obras viales en el Perú.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

La Topografía es un baluarte siendo incluso parte integral de la vida de muchos famosos, como es el caso del primer presidente de los Estados Unidos de Norte América, el famoso Ingeniero Topógrafo George Washington, quien dirigió el ejército que derrotó las tropas británicas en la guerra de la independencia estadounidense (1775-1783). En Estados Unidos se le considera el padre de la Patria. Pese a esto, no se le menciona y resulta hasta desconocida su labor profesional como Ingeniero en Topografía y Cartografía.

En el periodo comprendido entre 1747 y 1799, George Washington realizó medidas topográficas de más de doscientas grandes parcelas de tierra, consiguiendo la titularidad de más de 26.300 hectáreas en diversos estados.

Anton (2015) nos indica que el Atlas de George Washington, publicado inicialmente en 1932 por el Comité del Bicentenario (*George Washington Bicentennial Committee*) fue el primer intento de recopilar una biografía de los planos elaborados por Washington. El atlas fue concebido como parte de la conmemoración del 200 aniversario de su nacimiento, mostrando 110 mapas y mediciones topográficas dibujadas o anotadas por él mismo.

Por otro lado, Serra (2002) manifiesta en su libro que los trabajos topográficos en el interior de las minas forzosamente son distintos a los de superficie, debido a las condiciones particulares de trabajo en el subsuelo, haciendo que los métodos utilizados en superficie no puedan ser utilizados sin una adaptación especial. Lo anterior destaca la importancia de conocer la aplicación de la topografía en el área de túneles con nuevas tecnologías.

Posiciones como la anterior, describen claramente la importancia de romper el velo de la superficialidad con la que se instruye la Topografía en las entidades educativas encargadas de formar a los nuevos profesionales, ratificando la necesidad de apoyar la formación básica con una exigencia normativa mucho más amplia, así como el pleno conocimiento de los elementos utilizados para dichos fines.

MTI (2008), Indica en su manual Técnico, la necesidad de elaborar Manuales para la Revisión y Aprobación de Estudios y Diseños de Carreteras, por lo que una de sus principales necesidades ésta en la de delimitar los alcances de la topografía para la revisión y control de calidad a los estudios de ingeniería y diseños, así como los estudios económicos de los proyectos viales.

Montes de Oca (2012), manifiesta que el principal problema en los relevamientos y replanteos en la Topografía moderna aplicada en las distintas etapas de la obra civil lineal, radica en la transferencia de datos entre los profesionales actuantes, ya que muchas veces existe un total o parcial desconocimiento de la problemática que trae la utilización y compatibilización de las diferentes metodologías. Manifiesta también que es frecuente escuchar de algunos profesionales que cuando se trabaja con datos GPS en proyectos viales, todo el proceso tiene la tendencia a estar mal elaborada. Es decir, cuando se llega a la etapa de replanteo del proyecto, sea cual sea la metodología utilizada, aparecen incongruencias con la realidad. Esta discordancia se explica porque la transferencia de datos es equivocada o incompleta, por lo que en su documento de tesis Montes de Oca planteó como objetivo minimizar estas incongruencias, evitar discordancias redactando lineamientos o guías generales sobre temas a seguir en relevamientos y replanteos con destino a obra lineal, es decir, un texto de consulta que mitigue la falta de información en la topografía moderna aplicada en la Ingeniería Vial.

Jáuregui (2012), indica en su tratado de Topografía, que ésta ciencia tuvo su inicio desde el momento en que la especie humana dejó de ser nómada para convertirse en sedentaria. Las primeras referencias por escrito sobre el uso de la topografía se remontan a la época del imperio egipcio, hacia el 1.400 a.C., donde fue utilizada para determinar linderos entre propiedades en los valles fértiles del Nilo. Los instrumentos y métodos que los egipcios utilizaban en la topografía fueron adoptados por los romanos, tras su ocupación de Egipto, y completados con la trigonometría, desarrollada por los griegos. Los romanos usaron en forma extensa esta disciplina en sus obras civiles, tales como acueductos y caminos. Un ingeniero y topógrafo romano, Sextus Julius Frontinus, escribió entre otras obras el primer tratado de topografía, del cual se han conservado algunas copias de sus partes, ya que el original se perdió.

Como se ha visto hasta el momento, se evidencia claramente la importancia de tener una normativa explícita para la aplicación de la ciencia Topográfica, lo cual ratifica también nuestra necesidad de contar con un compendio alusivo a la Ingeniería Vial.

Contraloría General de la Republica (2007), es este documento se evidencia claramente que existen grandes componentes relacionados con la falta de aserción en los adicionales ocasionados por mayores metrados, éste documento titulado “Causas y Efectos de las Renegociaciones Contractuales de las Asociaciones Público - Privadas en el Perú”, condice claramente las consecuencias de expedientes deficientes. Por ejemplo, la Adenda N° 4 al Contrato de Concesión IIRSA Sur, Tramo 2: Urcos – Puente Inambari, fue suscrita el 16 de julio de 2007, esto es un (1) año, once (11) meses y doce (12) días después de firmado el contrato de concesión. La causa que originó la suscripción de la adenda fue que, en la versión original del contrato de concesión, el Pago Anual por Obras (PAO) se encontraba asociado a las obras establecidas en el Proyecto Referencial 162. Sin embargo, las modificaciones al diseño del contrato incorporadas por el postor, referidas a introducir el concepto de variaciones de metrados conllevaron a que el monto de inversión inicial sufriera variaciones respecto al presentado en el expediente técnico original. Ello hacía difícil prever los procesos de control de avance financiero de las obras e incidía en la operatividad del contrato. Por tanto, era necesario que el mecanismo de reconocimiento y compensación de diferencias en metrados tenga como base el expediente técnico.

Esta diferencia de metrados mencionada en el párrafo anterior, no es más que el resultado de una falta de contrastación de la información topográfica en una relación tripartita entre los documentos generados por topografía, la interpretación por parte de los especialistas y la realidad misma.

Como se ha podido observar, se ha descrito de manera muy somera el posible origen y evolución de la problemática relacionada con la deficiencia en las obras viales como consecuencia del desconocimiento de las tecnologías en Topografía usadas en el Perú, por lo que se hace preciso ahondar en el particular, no solo para tratar de entender dicho fenómeno sino también para establecer una herramienta que pueda servir a futuro como elemento diferenciador y tal vez como un aporte normativo.

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

Anália Meo et al. (2009). En este artículo los autores proponen responder a la pregunta ¿cómo se enseña a hacer investigación utilizando entrevistas cualitativas? Para ello, se analiza una experiencia docente a nivel de posgrado en la Universidad de Buenos Aires (Argentina) durante el año académico 2008. El trabajo argumenta que la enseñanza del uso de entrevistas exige el despliegue de variadas instancias pedagógicas o *interview práctica* (Kvale2006), las cuales contribuyen a la apropiación práctica y reflexiva, por parte de los estudiantes, de un hábito de investigación que promueva su ejercicio ético y profesional.

Armatte, M. (2004). En este documento el autor hace una reseña histórica de la Encuesta, concluyendo que la misma permite establecer previsiones a corto plazo y realizar la planificación en el medio plazo sobre bases empíricas, constituyendo el cuadro de navegación indispensable para el manejo razonado de la política económica. Esta innovación que constituye la encuesta por sondeo participa de todo un sistema complejo de regulación económica y social que domina el tiempo que tiene la Encuesta como historia y no debe reducirse a la mera consideración de una invención técnica.

Asamblea Nacional de Rectores (2010), En éste documento se encuentra información relacionada con las principales estadísticas universitarias, tales como el Número de universidades y de su situación institucional, datos de la Población Universitaria de alumnos de pre grado y post grado, docentes y administrativos, así como también el número de postulantes, ingresantes, graduados y titulados al año 2010. Es importante destacar que es el documento más reciente de este tipo emitido por la ANR al momento de la elaboración de la presente investigación.

Atienza et al. (1993), Ésta investigación describe el diseño que debe tener una encuesta para conseguir la información y validez de los resultados y, sobre la dificultad de la misma. Se invita al lector a reflexionar sobre el papel del

encuestado y del encuestador sobre la entrevista, al momento de aplicarse un cuestionario. Se obtienen así comentarios subjetivos e indirectos que permiten entender mejor las preguntas del encuestador y las respuestas del encuestado al cuestionario principal. Ello ofrece la posibilidad de relacionar los datos de la encuesta principal con la encuesta metodológica y, de esta forma, tener una imagen más completa, tanto a la luz de sus actitudes como del problema que se intenta resolver.

Avalos, D. (2016), Este documento da razón sobre los últimos acontecimientos relacionados con la determinación de las coordenadas verticales, migrando de la referencia local de nivel medio del mar hacia una referencia definida en términos de potencial del campo de gravedad como es el geoide. La principal ventaja de este cambio radica en la habilidad de hacer compatible el dátum vertical entre países de cualquier parte del mundo y compatible con la tecnología de levantamientos GNSS. En preparación para sustituir eventualmente al sistema clásico, basado en observaciones al nivel del mar local, una gran cantidad de agencias enfrentan el reto de implementar el concepto mencionado, con datos y metodología nuevos. En la investigación mencionada se presentan los primeros resultados de un esfuerzo de colaboración internacional surgido desde ocho países en la región de México, Centroamérica y el Caribe para incrementar la capacidad técnica en esta materia y disminuir la brecha existente entre el avance científico y la implementación práctica de infraestructura de datos geodésicos para uso oficial.

Bernabé M. et al. (2007). Este importante reporte plasma lo aseverado por Bernabé et al, cuando indica que la puesta en marcha de las Infraestructuras de Datos Especiales (IDE), es quizás el proyecto cartográfico más importante y ambicioso de la última década. El hecho de que los usuarios de cartografía puedan tener acceso a ella a través de Internet, visualizarlas e incluso generar una nueva cartografía en base a otras existentes en la web para luego incorporarla a sus trabajos, exige que existan estándares comunes que garanticen la interoperabilidad a nivel de sistemas, archivos, formatos, etc.

Algunas organizaciones internacionales están poniendo el énfasis en el desarrollo de especificaciones u estándares que permitan esa interoperabilidad. En este contexto, el ámbito educativo no puede permanecer ajeno. Es obligación de la universidad proporcionar a los alumnos conocimiento en materia de IDE para que puedan dar respuesta a las necesidades de la sociedad. Este compendio, indica el autor, incide en la necesidad de que las carreras especializadas en Información Geográfica, como respuesta a una demanda de la sociedad, ofrezcan formación en temas relacionados con las IDE ya que la Unión Europea determina la obligatoriedad de poner en marcha las IDE nacionales.

Bosemberg, L. (2014). El artículo tiene el objetivo de mostrar de una manera narrativa la visita de militares colombianos a la Alemania nazi. Se parte de la idea de que dicha presencia no solo hace parte de las relaciones entre los dos países sino, más aun, de la formación de redes en espacios interrelacionados a nivel de topografía y catastro. Dichos militares se insertaron en el mundo militar alemán y este logró infiltrarse en Colombia. Se pregunta qué querían las partes involucradas, quiénes participaron, qué actitudes tenían los colombianos hacia ese país, si eran nazis esos militares. Se concluye que se enviaron tres misiones, las cuales no solo visitaban Alemania, sino que también fueron a otros países; sus reportes están llenos de admiración por el país anfitrión y el viaje les despertaba la crítica ya que obviamente comparaban todo el tiempo con su país. Pero la transmisión de conocimiento no pudo tener mucho efecto. La influencia estadounidense crecía y poco después estalló la Segunda Guerra Mundial.

Contraloría General de la República (2015). Esta investigación tiene directa relación con la problemática de las adendas a causa de problemas técnicos, lo que inmiscuye de manera decisiva la importancia de conocer la verdadera génesis de estos problemas para la Nación. La investigación narra la revisión efectuada a varios proyectos de inversión ejecutados bajo la modalidad de Alianza Público Privada (APP), en la que se ha podido comprobar una serie de problemas en la implementación, siendo uno de los más importantes la alta

incidencia de renegociaciones de los contratos al poco tiempo de ser adjudicados. El Estudio muestra que el 50% de las adendas se suscriben antes de transcurridos los tres años de vigencia de los contratos, plazo bastante corto si se considera que las concesiones en promedio tienen una duración de 27 años.

De la Peña, D. (2015). La intención del autor deja plasmado en el texto el deseo de caracterizar y definir de manera operativa los conceptos que las encuestas intentan medir y evaluar los estimadores existentes para calcular la exactitud de las encuestas electorales, como preludeo a la presentación en un ensayo posterior de un estimador alternativo para medir dicha exactitud y diversos estimadores complementarios, con lo que se busca amortiguar problemas detectados en las opciones disponibles

Dextre, M. (2005), se describe cada una de las prácticas en Topografía que los alumnos deben realizar a lo largo del curso del semestre educacional de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se dan los conceptos elementales para la ejecución correcta de los trabajos de campo y se especifica el contenido que deben tener los informes correspondientes, como se observa detalladamente en este documento los elementos usados son de carácter básico y de una tecnología anterior a la publicación del mismo, situación que identifica una de las falencias tratadas en esta investigación y es la caducidad en estas tecnologías.

Franco, J. (1999). El problema que se intenta resolver en este documento es la de representar sobre un plano una serie de entidades tridimensionales o espaciales, como es el caso de la superficie terrestre. Para ello, la Geometría Descriptiva brinda una serie de sistemas de representación para diferentes aplicaciones prácticas. Uno de los mayores avances en este sentido ha sido la revolución de la informática y de la electrónica en los últimos años. La combinación de equipos informáticos e instrumentos topográficos y modelado digital de terrenos, la utilización ya generalizada de estaciones

totales que permiten combinar una toma de datos automática con programas de cálculo topográfico y de CAD.

INEI (2014). Este documento presenta un análisis de los principales resultados obtenidos sobre la empleabilidad de los egresados universitarios, de sus percepciones sobre el servicio educativo recibido en las universidades públicas y privadas, así como de los servicios complementarios ofrecidos a fin de brindar un ambiente de conocimientos y habilidades sociales y personales. Además, se muestran los cuadros estadísticos obtenidos de la aplicación de una encuesta. La información sustraída de este documento sirve de ápice para la organización y el cálculo de la encuesta estudiantil para fines de la presente investigación.

José Guillermo, G. (2001). El autor manifiesta que, aunque en México se cuenta con la Red Geodésica Nacional Activa, existe la necesidad de propagar puntos GPS de primer orden en áreas de baja cobertura, para los usuarios tradicionales de información geodésica. Por lo que considera necesario divulgar información técnica sobre el diseño de redes geodésicas, por ello esta investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los elementos esenciales a considerar en el diseño de redes geodésicas cuando se utiliza equipo GPS?

Juan de Dios, C. (2005). Esta investigación da a conocer los resultados obtenidos a nivel prototipo del sistema láser aerotransportado en el quehacer cartográfico y que son el resultado del esfuerzo de un equipo de trabajo conformado por especialistas de diferentes disciplinas técnicas. Se explican brevemente los aspectos técnicos que involucra esta nueva tecnología y que van desde la planeación del vuelo y la determinación de los parámetros del sistema, los levantamientos del control terrestre en campo, la verificación "in situ" del cubrimiento de la zona de trabajo y el procesamiento y ajuste de los datos al control terrestre, hasta la generación de los modelos digitales de elevación y terreno. Se presentan los prototipos generados a final del 2004 y

principio del 2005, así mismo los beneficios que se obtienen con su aplicación.

OSCE (2014). Este documento muestra cada una de las obligaciones inmersas del Contratista Supervisor y algunos detalles de cómo llevar dicha actividad a cabo. Aquí también se encuentra el componente topográfico, como uno de los pilares del seguimiento en las obras civiles.

OSCE (2014). El documento muestra en qué casos proceden las prestaciones adicionales y reducciones de bienes, servicios y obras, así como las ampliaciones y las contrataciones complementarias, y cuál es su procedimiento. Texto fundamental para el entendimiento del desarrollo de esta investigación, dado que la hipótesis del mismo contempla la posible gestión de adicionales en los contratos de obras viales por causa de falencias en las Topografía.

Martine Mespoulet (2004). El artículo está compuesto por un análisis estadístico en Rusia, en el que el autor indica que después de haber situado en su contexto institucional las primeras formas de encuestas realizadas en Rusia a finales del siglo XIX, en el artículo se propone exponer los debates que tuvieron lugar entre los propios estadísticos acerca de la introducción de la encuesta por sondeo. La vitalidad de la reflexión de los estadísticos rusos puede ser simbolizada por el tratamiento matemático de la afijación óptima por estrato.

Peralta, N. et al. (2013). Manifiesta en su documento la variabilidad espacial del rendimiento de los cultivos está relacionada con los atributos del terreno y la profundidad del suelo. El estudio busca determinar la utilidad de los modelos de elevación digital (DEM) y profundidad de suelo para delimitar zonas de manejo homogéneas en lotes de producción. Han calculado atributos del terreno extraídos del DEM (elevación, pendiente, curvatura plana y flujo de acumulación) y analizado su relación espacial con el rendimiento de los cultivos y la profundidad del suelo en un lote ubicado en el partido de Lobería, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Los resultados sugieren que los datos

de DEM y de profundidad de suelo pueden explicar la variabilidad espacial del rendimiento y constituyen una herramienta para delimitar zonas de manejo para orientar el manejo sitio-específico.

Pimienta, R. (2000). Dentro de la producción de estadísticas, las encuestas juegan un papel muy importante. En este sentido, la palabra se utiliza para designar los métodos para captar información acerca de un cierto grupo o población de objetos. Estas encuestas son mediciones en un momento determinado, por lo que no puede establecerse que sus resultados sean indicadores precisos de lo que ocurrirá meses después.

Quesada, M. et al. (2006), En este estudio emiten reporte sobre la investigación de la exactitud vertical de ocho modelos de elevaciones digitales interpolados desde curvas de nivel a escala 1:50,000, usando un (Modelo de Elevación Digital) MED interpolado de curvas de nivel a escala 1:10,000 como una fuente independiente de alta precisión, basándose en la propuesta geo-espacial de la Federal Geographic Data Committee, FGDC (1998). La exactitud y confiabilidad de los resultados de esos modelos depende de los errores inherentes en los MEDs desde los datos originales de elevación y los procesos de creación, especialmente aquellos creados con curvas de nivel que incluyen comparaciones de rangos de elevación, visualización de errores en superficie y perfiles longitudinales en el terreno. Los MEDs proveen una fuente idónea de datos de la superficie, así como medidas del margen de error usando los puntos de control

Roces C. (2009). Indica que el campo de las mediciones topográficas y geodésicas evoluciona al mismo ritmo que la tecnología de la que se sirve. En la actualidad las mediciones LiDAR aerotransportadas se han impuesto como un método popular de medición. La exactitud altimétrica de los MDE generados por vuelos fotogramétricos con sensores LiDAR viene condicionada por muchos factores. Con el debido análisis de las fuentes de error de las mediciones LiDAR, se podrá estimar la exactitud que se obtendrá en el producto final. En todos los estudios de determinación de exactitud

altimétrica de MDE por técnicas LiDAR se tienen en cuenta la influencia de la pendiente y las cubiertas vegetales. Pero aún más importante será el propio control de la exactitud. Este es llevado a cabo comparando los datos altimétricos obtenidos por el LiDAR con otros puntos de control, que pueden ser preexistentes o pueden ser adquiridos específicamente. La calidad del control de la exactitud del MDE resultado dependerá de qué puntos de control se utilicen. En el documento se estudian las ventajas e inconvenientes del uso de unos puntos u otros a la hora de la determinación de la exactitud de un MDE generado por técnicas LiDAR. Los tres tipos de puntos de control estudiados son: puntos de control de alta precisión medidos en campos mediante técnicas GNSS, vértices de referencia materializados previamente en el terreno y MDE generados por fotogrametría clásica.

Los dos últimos métodos se alejan del procedimiento habitual y optimizan costes del control. En los cálculos intervienen procesos de interpolación, por lo que se estudia también la influencia en la calidad del MDE del uso de unos métodos frente a otros. Al realizarse los test de normalidad a los errores se confirma que los mismos no siguen esta distribución por la presencia de outliers, por lo que también se recomienda el uso de valores estadísticos robustos para la representación de la exactitud. Pese a que la medición de puntos de control en campo es el método más extendido y exacto, también resulta ser el más caro de todos. El uso de vértices de referencia previos se muestra como una alternativa adecuada y mucho más económica (incluso gratuita).

Ruiz A. (2009). En este documento se define a la encuesta como el método que consiste en interrogar, preguntar, sobre una gama de sucesos presentes, pasados o futuros a un conjunto de personas. El lenguaje es el medio que se utiliza para obtener información sobre dichos aspectos. En el caso de querer conocer las expectativas de futuro o pasado de las personas, el único medio es mediante la formulación de preguntas, para obtener dicha información.

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

Dada la particularidad del estudio, donde la información existente es realmente escasa, sin entrar en detalle acerca de la subestimación que se tiene al área de Topografía, se hace difícil encontrar estructuras teóricas para sustentar la investigación que se desarrolla, más allá de su justificación.

Es por esto que se ha determinado este procedimiento como novedoso al contrastar los elementos tecnológicos que hacen parte de la actualidad en la Ingeniería y el conocimiento por parte de la población de últimos semestres de ingeniería Civil.

En la figura 2 se muestra una herramienta, donde se evidencia la propuesta estructural para abordar el estudio de la problemática en cuestión, es por ello que se hace necesario constituir un constructo. Bunge, M. (1973) lo define como un concepto no observacional en contraposición con los conceptos observacionales o empíricos, ya que los constructos son no empíricos, es decir, no se pueden demostrar. Un constructo es un fenómeno no tangible que a través de un determinado proceso de categorización se convierte en una variable que puede ser medida y estudiada.

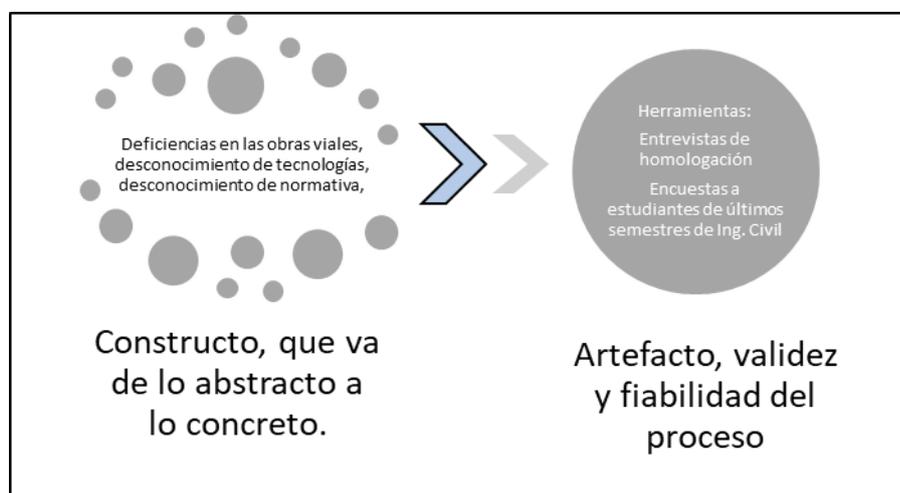


Figura 2: Constructo, como elemento estructural teórico
Fuente: elaboración propia

2.3.1. Trabajo y operaciones de campo en Topografía

Estos consisten en las labores realizadas directamente sobre el terreno tales como:

- Reconocimiento del área de terreno a levantar, llevar la Carta Nacional, para ubicar los puntos geodésicos de la zona.
- Toma de decisiones para la selección del método del levantamiento, los instrumentos y equipos necesarios, la comprobación y corrección de los mismos, la precisión requerida para el levantamiento.
- Determinación de la mejor ubicación de los vértices de una poligonal base o de referencia (ya sea abierta, cerrada o ramificada) que va a conformar el esqueleto o estructura del levantamiento.
- Programación del trabajo y la toma o recolección de datos necesarios, realización de mediciones (distancias, alturas, direcciones) y su correspondiente registro en libretas adecuadas, denominadas "carteras de topografía", ya sea de manera manual o electrónica.
- Colocación y señalamiento de mojones de referencia para delinear, delimitar, marcar linderos, fijar puntos, guiar trabajos de construcción y controlar mediciones.
- Medición de distancias horizontales y/o verticales entre puntos u objetos o detalles del terreno, ya sea en forma directa o indirecta.
- Medición de ángulos horizontales entre alineamientos (líneas en el terreno).
- Determinación de la dirección de un alineamiento con base en una línea tomada como referencia, llamada línea terrestre o meridiana.
- Medición de ángulos verticales entre dos puntos del terreno ubicados sobre el mismo plano vertical.
- Localización o replanteo de puntos u objetos sobre el terreno con base en mediciones angulares y distancias previamente conocidas.

2.3.2. Trabajo y operaciones de oficina o gabinete.

Como complemento a las operaciones de campo y con base en los datos medidos y registrados adecuadamente, en las operaciones de oficina se calcula en términos generales los siguientes parámetros:

- Coordenadas cartesianas de todos los puntos.
- Distancia entre puntos.
- Ángulos entre dos alineamientos.
- Dirección de un alineamiento con base en una línea tomada como referencia.
- Áreas de lotes, parcelas, franjas, áreas de secciones transversales.
- Cubicaciones o determinación de volúmenes de tierras.
- Alturas relativas de puntos.
- Finalmente se debe confeccionar un plano o mapa a escala (representación gráfica o dibujo) de los puntos y objetos y detalles levantados en el campo. Los planos pueden ser representaciones en planta de relieve, de perfiles longitudinales de líneas, de secciones transversales, cortes, relleno, etc.

2.3.3. Hipótesis en que se basa la topografía plana.

La topografía plana opera sobre porciones relativamente pequeñas de la tierra, y utiliza como plano de referencia una superficie plana y horizontal, sin tener en cuenta la verdadera su forma elipsoidal, es decir, se desprecia la curvatura terrestre. En consecuencia, los principios básicos de la topografía plana se basan en las siguientes hipótesis:

- La línea que une dos puntos sobre la superficie de la tierra es una línea recta y no una línea curva.
- Las direcciones de la plomada en dos puntos diferentes cualesquiera, son paralelas (en realidad están dirigidas hacia el centro de la tierra).
- La superficie imaginaria de referencia respecto a la cual se toman las alturas es una superficie plana y no curva.
- El ángulo formado por la intersección de dos líneas sobre la superficie terrestre es un ángulo plano y no esférico.

2.3.4. Clases de levantamientos de topografía plana

De acuerdo con la finalidad de los trabajos topográficos existen varios tipos de levantamientos, que, aunque aplican los mismos principios, cada uno de ellos tiene procedimientos específicos para facilitar el cumplimiento de las exigencias y

requerimientos propios. Entre los levantamientos más corrientemente utilizados están los siguientes:

2.3.5. Levantamientos de tipo general

Estos levantamientos tienen por objeto marcar o localizar linderos, medianías o límites de propiedades, medir y dividir superficies, ubicar terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores o proyectar obras y construcciones. Las principales operaciones son:

- Definición de itinerario y medición de poligonales por los linderos existentes para hallar su longitud y orientación o dirección.
- Replanteo de linderos desaparecidos partiendo de datos anteriores sobre longitud y orientación valiéndose de toda la información posible y disponible.
- División de fincas en parcelas de forma y características determinadas, operación que se conoce con el nombre de particiones.
- Amojonamiento de linderos para garantizar su posición y permanencia.
- Referencia de mojones, ligados posicionalmente a señales permanentes en el terreno.
- Cálculo de áreas, distancias y direcciones, que es en esencia los resultados de los trabajos de agrimensura.
- Representación gráfica del levantamiento mediante la confección o dibujo de planos.
- Soporte de las actas de los deslindes practicados.

2.3.6. Levantamiento longitudinal o de vías de comunicación

Son los levantamientos que sirven para estudiar y construir vías de transporte o comunicaciones como carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc. Las operaciones son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de la franja donde va a quedar emplazada la obra tanto en planta como en elevación (planimetría y altimetría simultáneas).
- Diseño en planta del eje de la vía según las especificaciones de diseño geométrico dadas para el tipo de obra.

- Localización del eje de la obra diseñado mediante la colocación de estacas a cortos intervalos de unas a otras, generalmente a distancias fijas de 5, 10 o 20 metros.
- Nivelación del eje estacado o abscisado, mediante itinerarios de nivelación para determinar el perfil del terreno a lo largo del eje diseñado y localizado.
- Dibujo del perfil y anotación de las pendientes longitudinales
- Determinación de secciones o perfiles transversales de la obra y la ubicación de los puntos de chaflanes respectivos.
- Cálculo de volúmenes (cubicación) y programación de las labores de explanación o de movimientos de tierras (diagramas de masas), para la optimización de cortes y rellenos hasta alcanzar la línea de subrasante de la vía.

Trazado y localización de las obras respecto al eje, tales como puentes, desagües, alcantarillas, drenajes, filtros, muros de contención, etc.

- Localización y señalamiento de los derechos de vía ó zonas legales de paso a lo largo del eje de la obra.

2.3.7. Levantamientos de minas

Estos levantamientos tienen por objeto fijar y controlar la posición de los trabajos subterráneos requeridos para la explotación de minas de materiales minerales y relacionarlos con las obras superficiales. Las operaciones corresponden a las siguientes:

- Determinación en la superficie del terreno de los límites legales de la concesión y amojonamiento de los mismos.
- Levantamiento topográfico completo del terreno ocupado por la concesión y confección del plano o dibujo topográfico correspondiente.
- Localización en la superficie de los pozos, excavaciones, perforaciones para las exploraciones, las vías férreas, las plantas de trituración de agregados y minerales y demás detalles característicos de estas explotaciones.
- Levantamiento subterráneo necesario para la localización de todas las galerías o túneles de la misma.
- Dibujo de los planos de las partes componentes de la explotación, donde figuren las galerías, tanto en sección longitudinal como transversal.
- Dibujo del plano geológico, donde se indiquen las formaciones rocosas y accidentes geológicos.

- Cubicación de tierras y minerales extraídos de la excavación en la mina.

2.3.8. Errores en las mediciones topográficas

Todas las operaciones en topografía están sujetas a las imperfecciones propias de los aparatos, dispositivos o elementos, a la capacidad propia de los operadores de los mismos y a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, ninguna medida en topografía es exacta en el sentido de la palabra. No hay que confundir los errores con las equivocaciones. Mientras que los errores siempre están presentes en toda medición debido a las limitaciones aludidas, las equivocaciones son faltas graves ocasionadas por descuido, distracción, cansancio o falta de conocimientos. El equivocarse es de humanos, pero en topografía se debe minimizar o eliminar, ya que esto implica la repetición de los trabajos de campo, lo cual incrementa el tiempo y los costos, afectando la eficiencia y la economía.

Es necesario conocer los tipos y la magnitud de los errores posibles y la manera como se propagan para buscar reducirlos a un nivel razonable que no tenga incidencias nefastas desde el punto de vista práctico. Los errores deben quedar por debajo de los errores permisibles, aceptables o tolerables para poder garantizar los resultados los cuales deben cumplir un cierto grado de precisión especificado. El error es la discrepancia entre la medición obtenida en campo y el valor real de la magnitud. Las causas de los errores pueden ser de tres tipos:

Instrumentales: debido a la imperfección en la construcción de los aparatos o elementos de medida, tales como la aproximación de las divisiones de círculos horizontales o verticales, arrastre de graduaciones de un tránsito o teodolito, etc.

Personales: debido a limitaciones de los observadores u operadores, tales como deficiencia visual, mala apreciación de fracciones o interpolación de medidas, etc.

Naturales: debido a las condiciones ambientales imperantes durante las mediciones tales como el fenómeno de refracción atmosférica, el viento, la temperatura, la gravedad, la declinación magnética, etc.

Cuando se hacen cálculos a partir de mediciones hechas en el campo, las cuales ya tienen errores, se presenta la propagación de esos errores, que se pueden magnificar y conducir a resultados desagradables o no esperados.

Para el estudio de los errores se dividen en dos tipos: sistemáticos y accidentales.

Con el fin de alcanzar un léxico mínimo y contar con un lenguaje común en topografía, es necesario partir de las definiciones básicas, algunas clasificaciones y divisiones. Lo siguiente se presenta como carácter introductorio y servirá como táctica para romper el hielo antes de entrar en materia. Se pretende dar una visión global de la asignatura para familiarizar al lector con los fundamentos de esta disciplina de la ingeniería y a la vez aprender algunos elementos conceptuales mínimos que le faciliten la comprensión y asimilación de los temas siguientes.

La lectura de este capítulo dejará inicialmente algunas inquietudes y dudas, posiblemente alguna falsa interpretación, pero se espera que una vez finalizado el curso y al volver a leer este capítulo, se tendrá una mejor comprensión, asociación y asimilación de todos los tópicos presentados.

Errores Sistemáticos o Acumulativos:

Son los que para condiciones de trabajo fijas en el campo son constantes y por lo tanto son acumulativos, tales como la medición de ángulos con teodolitos mal graduados, cuando hay arrastre de graduaciones. En la medición de distancias y desniveles con cinta mal graduadas, cintas inclinadas, errores en la alineación, errores por temperatura tensión en las mediciones con cinta, etc. Los errores sistemáticos se pueden corregir si se conoce la causa y la manera de cuantificarlo mediante la aplicación de leyes físicas.

Errores accidentales, aleatorios o compensatorios:

Son los que se cometen indiferentemente en un sentido o en otro, están fuera del control del observador, es decir que las mediciones pueden resultar mayores o menores a las reales. Existe igual probabilidad que los errores sean por exceso o por defecto (positivos o negativos). Tales errores se pueden presentar en los siguientes casos: apreciación de fracciones en lecturas angulares en graduaciones de nonios o vernieres, visuales descentradas de la señal por oscilaciones del cordel de la plomada, interpolación en medición de distancias, colocación de marcas en el terreno, etc.

Muchos de estos errores se eliminan porque pueden compensarse y/o, se reducen con un mayor cuidado en las medidas aumentando el número de repeticiones de la misma medida. Los errores aleatorios quedan aún, después de hacer la corrección de los errores sistemáticos.

2.3.9. Sistema de posicionamiento global (GPS)

Es un Sistema que hace uso de un conjunto de Satélites ubicados en el espacio agrupados en forma de constelaciones. Actualmente se conocen las siguientes constelaciones:

NAVSTAR (Americano), GLONASS (Ruso) y GALILEO (Europeo) en proceso (2009). Torres y Villate (2001) lo define como un sistema de medición tridimensional que utiliza señales de radio que proporciona el sistema NAVSTAR, ver figura 3, esta constelación está integrada por 24 satélites artificiales que orbitan la Tierra en 12 horas. Esto permite que durante las 24 horas estén visibles al menos 5 a 8 satélites desde cualquier punto del planeta. Los satélites NAVSTAR, Figura 1, orbitan la tierra en 6 planos orbitales, de 4 satélites cada uno, a una altura aproximada de 20.200 Km. El NAVSTAR es utilizado por miles de usuarios civiles alrededor del mundo; el mismo fue diseñado, financiado, controlado y operado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos. Como sistema está integrado por tres segmentos: espacial, de control y el de usuario.

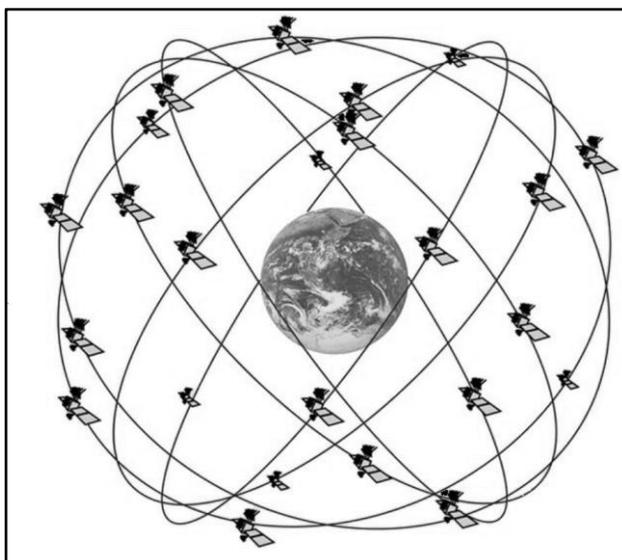


Figura 3: Constelación navstar
Fuente: Dana P.H (1995)

- **Segmento espacial**

El segmento espacial está formado por los llamados vehículos espaciales o satélites que envían señales de radio desde el espacio.

La posición exacta de los satélites es conocida durante las 24 horas del día y desde cualquier posición del planeta.

Esta información es emitida continuamente en la forma de señales de navegación. Se dice también que el receptor GPS está formado básicamente por tres componentes: el hardware, el software y el componente tecnológico que acompaña a cada uno de ellos. El receptor GPS (Wells et al, 1986) es la pieza del hardware utilizado para rastrear los satélites, es decir, para recibir las señales emitidas por los mismos.

El sistema de posicionamiento global (Casanova, 2002) por satélite, GPS, se basa en la medición de distancias a partir de señales de radio transmitidas desde los satélites cuyas órbitas son conocidas con precisión y los receptores que se encuentran ubicados en los puntos cuya posición se desea determinar, figura 4. La

distancia de un satélite al receptor se calcula midiendo el tiempo de viaje de la señal de radio desde el satélite al receptor, conociendo la velocidad de la señal de radio, la distancia se calcula por medio de la ecuación de movimiento uniforme ($d = v \times t$) distancia igual a velocidad por tiempo.

A la medición de distancias de una posición terrestre a satélites se le denomina medición satelital de distancias; se mide el tiempo requerido para que la señal de radio viaje desde el satélite a un receptor, luego este tiempo se multiplica por la velocidad de la luz; al valor resultante se le conoce como pseudodistancia, el prefijo pseudo es equivalente a “falso”, ya que la distancia obtenida tiene error, este error se debe a que los relojes de los satélites son de muy alta precisión en comparación con los relojes que poseen los receptores, lo que se traduce en un error en la medición del tiempo de viaje de la señal. De hecho, si se pensase en que el receptor tuviese el reloj de igual precisión al del satélite, esta tecnología sólo estaría al alcance de algunos gobiernos debido a los altos costos que alcanzarían los receptores.

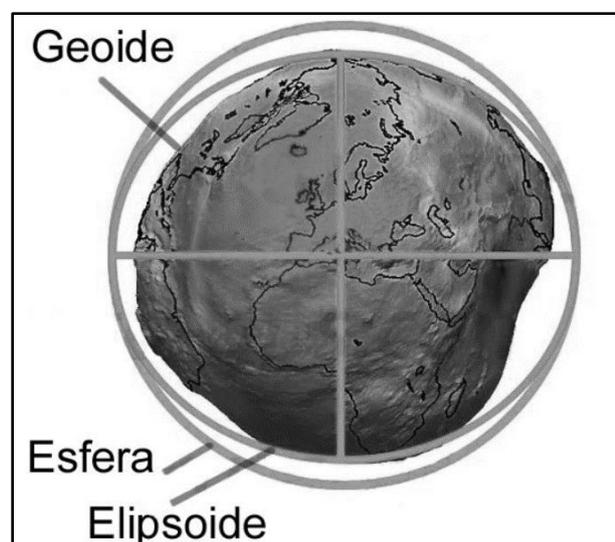


Figura 4: Comparación Geoide y Elipsoide
Fuente: Dana P.H (1995)

Cada satélite emite cada milisegundo una única señal codificada, que consiste en una cadena de bits (dígitos cero y uno) y recibe el nombre de código

PRN pseudorandom noise, ruido pseudoaleatorio, la cual es reconocida por el receptor; esto es posible porque cada receptor tiene grabado en su memoria una réplica de cada uno de estos códigos, cuando el receptor sintoniza una señal de satélite detecta inmediatamente cuál satélite esta generando la señal, el receptor compara la señal que está recibiendo con el mismo código que ha generado en su interior; el patrón generado por el receptor no concuerda en posición con el de la señal que se recibe, Cuando un receptor registra la señal de un satélite, este calcula la pseudodistancia, es decir, (Reyes y Hernández, 2003) la distancia entre la antena del satélite y la antena del receptor; puede entonces imaginarse que se genera una esfera de radio igual a la pseudodistancia y cuyo centro se encuentra en el satélite, indicando que la posición del receptor se encuentra en un punto de la superficie de dicha esfera.

Al querer posicionar un punto del terreno, es decir, determinar sus tres coordenadas, se hace necesario capturar la señal de cuatro satélites o más; con la señal de un satélite la solución que se obtiene es una esfera de radio igual a la pseudodistancia y con centro en dicho satélite, indicando que en algún lugar de la superficie de tal esfera se encuentra el punto cuyas coordenadas se desea conocer; al realizar el registro de dos satélites, se genera una segunda esfera que se intercepta con la primera en una línea circular, figura que indica la posible ubicación del punto deseado; al registrar el tercer satélite se genera una tercera esfera cuya intercepción con las otras dos produce dos posibles puntos de ubicación, figura 5, una de estas soluciones se descarta por inadmisibles; la posición del receptor se pudiera localizar de forma exacta si las mediciones de las distancias fuesen exactas, sin embargo, es necesario recordar que las mismas son distancias falsas o pseudodistancias, es por esto que se hace necesario el registro del cuarto satélite o más para poder eliminar el error del tiempo, considerando que cada una de las pseudodistancia está afectada por el mismo error.

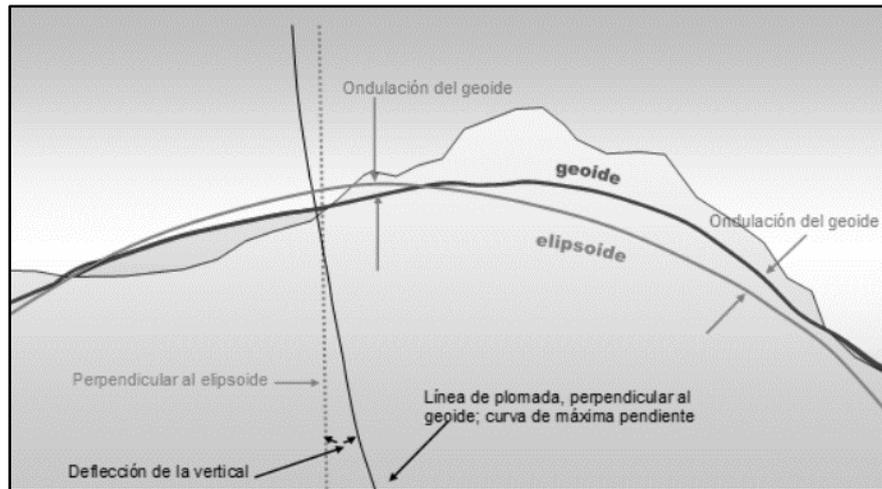


Figura 5: Deflexión vertical Geoide y Elipsoide
Fuente: UADM (2019).

2.3.10. Tecnología LiDAR

El LiDAR (de light detection and ranging) es una técnica de teledetección óptica que utiliza la luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas de x, y y z. LiDAR, que se utiliza principalmente en aplicaciones de representación cartográfica láser aéreas, está surgiendo como una alternativa rentable para las técnicas de topografía tradicionales como una fotogrametría. LiDAR produce datasets de nube de puntos masivos que se pueden administrar, visualizar, analizar y compartir usando ArcGIS.

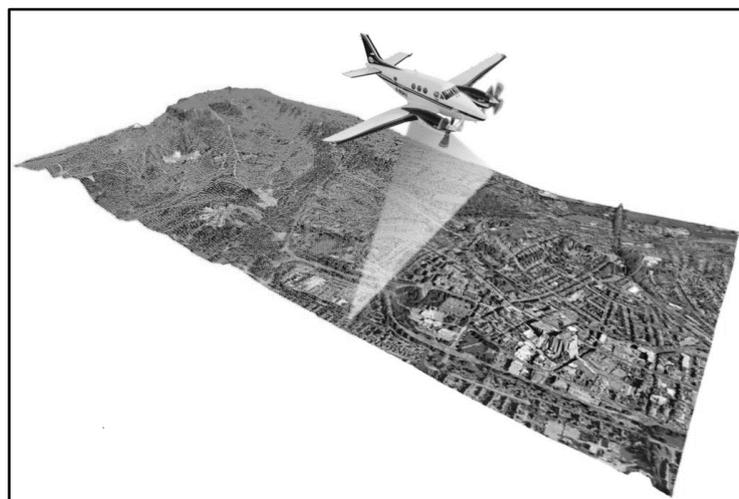


Figura 6: LiDAR aerotransportado
Fuente: Bravo L. (2010)

Los componentes de hardware principales de un sistema LiDAR incluyen un vehículo de recolección (avión, helicóptero, vehículo y trípode), sistema de escáner láser, GPS (Sistema de posicionamiento global) e INS (sistema de navegación por inercia). Un sistema INS mide la rotación, inclinación y encabezamiento del sistema LiDAR.

LiDAR es un sensor óptico activo que transmite rayos láser hacia un objetivo mientras se mueve a través de rutas de topografía específicas. El reflejo del láser del objetivo lo detectan y analizan los receptores en el sensor LiDAR. Estos receptores registran el tiempo preciso desde que el pulso láser dejó el sistema hasta cuando regresó para calcular la distancia límite entre el sensor y el objetivo. Combinado con la información posicional (GPS e INS), estas medidas de distancia se transforman en medidas de puntos tridimensionales reales del objetivo reflector en el espacio del objeto.

Los datos de punto se procesan posteriormente después de que la recopilación de datos LiDAR se reconocen dentro de las coordenadas x,y,z georeferenciadas con alta precisión al analizar el rango de tiempo láser, ángulo de escaneo láser, posición del GPS e información del INS.

Los pulsos láser emitidos desde un sistema LiDAR se reflejan desde objetos sobre y por encima de la superficie del suelo: vegetación, edificios, puentes y así sucesivamente. Un pulso láser emitido puede regresar al sensor LiDAR como uno o muchas devoluciones. Cualquier pulso láser emitido que encuentre varias superficies de reflejo a medida que viaja hacia el suelo se divide en tantas devoluciones como superficies reflectoras existen.

El primer pulso láser devuelto es el más importante y se asociará con la entidad más grande en el panorama como una copa de árbol o la parte superior de un edificio. La primera devolución también puede representar el suelo, en cuyo caso el sistema LiDAR solo detectará un regreso.

Varias devoluciones pueden detectar las elevaciones de varios objetos dentro de la huella láser de un pulso láser saliente. Las devoluciones intermedias,

en general, se utilizan para la estructura de la vegetación, y la última devolución para los modelos de terreno de suelo desnudo.

La última devolución no siempre será de una devolución del suelo. Por ejemplo, considere un caso en donde un pulso golpee una rama gruesa en su camino hacia el suelo y el pulso no llega en realidad al suelo. En este caso, la última devolución no es desde el suelo, pero sino desde la rama que reflejó el pulso láser completo.

Los datos LiDAR organizados espacialmente postprocesados se conocen como datos de la nube de punto. Las nubes de punto inicial son grandes colecciones de puntos de elevación 3D, que incluyen x, y, z, junto con atributos adicionales como marcas de tiempo GPS. Las entidades de superficie específicas que el láser encuentra se clasifican después de que la nube de punto LiDAR inicial es postprocesada. Las elevaciones de la tierra, los edificios, canopea forestal, pasos elevados de autopista, y todo lo demás que el rayo láser encuentra durante la encuesta constituye los datos de nube de punto.

Tipos de LiDAR

Aerotransportada: Figura 6, con LiDAR aerotransportado, el sistema se instala en un helicóptero o en un avión. La luz de láser infrarrojo se emite hacia el suelo y es devuelta al sensor LiDAR aerotransportado en movimiento. Hay dos tipos de sensores aerotransportados: topográficos y batimétricos.

El LiDAR topográfico se puede utilizar para derivar modelos de superficie para usar en varias aplicaciones como silvicultura, hidrología, geomorfología, planificación urbana, ecología del paisaje, ingeniería costera, evaluaciones de relevamiento topográfico y cálculos volumétricos.

El LiDAR batimétrico es un tipo de adquisición aerotransportada que penetra en el agua. La mayoría de sistemas LiDAR batimétricos recopilan simultáneamente la profundidad del agua y la elevación, que proporciona un relevamiento

topográfico LiDAR aerotransportado de la interfaz tierra-agua. Con un relevamiento topográfico LiDAR batimétrico, la luz infrarroja (sistema láser tradicional) se refleja de vuelta al avión desde la superficie del agua y de la tierra, mientras que el láser verde adicional viaja a través de la columna de agua. Se utilizan análisis de los dos pulsos distintos para establecer las profundidades del agua y las elevaciones de la costa. La información batimétrica es muy importante cerca de las líneas costeras, en puertos y cerca de playas y riberas. La información batimétrica también se utiliza para ubicar objetos en el suelo oceánico.

Hay dos tipos principales de LiDAR terrestre: móvil y estático. En el caso de la adquisición móvil, el sistema LiDAR se monta en un vehículo en movimiento. En el caso de la adquisición estática, el sistema LiDAR normalmente se monta en un trípode o dispositivo estacionario. Ambos sensores LiDAR consisten de láser seguros para los ojos.

El LiDAR terrestre, figura 7, recopila puntos muy densos y altamente exactos, que permiten la identificación precisa de los objetos. Estas nubes de punto densas se pueden utilizar para administrar instalaciones, realizar relevamientos topográficos de carreteras y vías férreas, e incluso crear modelos de ciudades en 3D para espacios en el exterior y en el interior, para mencionar algunos ejemplos.



Figura 7: LiDAR terrestre
Fuente: Bravo L. (2010)

LiDAR móvil es el conjunto de nubes de punto LiDAR desde una plataforma en movimiento. Los sistemas LiDAR móviles pueden incluir cualquier número de sensores LiDAR montados en un vehículo en movimiento. Estos sistemas se pueden montar en vehículos, trenes e incluso en barcos. Los sistemas móviles normalmente consisten de sensor LiDAR, cámaras, GPS (Sistema de posicionamiento global) y un INS (sistema de navegación inerte), al igual que con los sistemas LiDAR aerotransportados.

Los datos LiDAR móviles se pueden utilizar para analizar infraestructura de carreteras y ubicar alambres aerotransportados que se superpongan, postes de luz y rótulos de carretera cerca de carreteras o vías férreas.

LiDAR estático es el conjunto de nubes de punto LiDAR desde una ubicación estática. Normalmente el sensor LiDAR está montado en un trípode y es totalmente portátil, con un rango basado en un láser y sistema de imágenes. Estos sistemas pueden recopilar nubes de punto LiDAR dentro de edificios, así como en el exterior. Las aplicaciones comunes para este tipo de LiDAR son la ingeniería, minería, topografía y la arqueología.

2.4. Definición de términos básicos

Cartografía: Ubicación, determinación de superficies sobre planos o cartas.

DATUM: Superficie de referencia geoméricamente definida, habitualmente un elipsoide, dado por la longitud, latitud, y altura, y un punto fundamental en el que la vertical del geoide y al elipsoide sea común.

DOPPLER: Se basa en la medición de la variación de distancias satélites mediante la cuenta DOPPLER de la frecuencia de las señales recibidas.

Fotogrametría: Disciplina que utiliza las fotografías para la obtención de mapas de terrenos.

Geodesia: Se trata de las mediciones de grandes extensiones de terreno, como por ejemplo para confeccionar la carta geográfica de un país, para establecer fronteras y límites internos, para la determinación de líneas de navegación en ríos y lagos, etc.

GPS. (Global Positioning System). Sistema que puede trabajar con medida directa de distancias, en sistema Doppler.

Infraestructura vial: Se entiende como el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de los vehículos en forma confortable y segura. Las vías se subdividen en dos categorías: vías urbanas y vías interurbanas.

Topografía: Ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma.

2.5. Fundamentos teóricos

Es importante resaltar que en la actualidad no existen investigaciones de esta índole en el Perú, sólo se han encontrado investigaciones que tocan tangencialmente la teoría de la Topografía, pero no se profundiza en la importancia de los errores en sus procedimientos y sus posibles consecuencias en las obras viales, por lo que ésta investigación se ubica en un panorama caliginoso, pero muy interesante, dada su connotación precursora.

A continuación, se muestra el fundamento teórico relacionado con la investigación iniciando con la descripción de algunos términos necesarios para entender las operaciones topográficas necesarias para llevar a cabo un levantamiento topográfico, en lo que prácticamente se dividen en dos tipos de trabajo: trabajo de campo y trabajo de oficina (gabinete), pasando por la definición de los levantamientos convencionales y las bases del GPS.

Altimetría: se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical..

Bench Marks : Puntos de control para el replanteo del eje de trazo, verificándose el PI, PC y PT de las curvas horizontales y verticales.

Cartografía: Ubicación, determinación de superficies sobre planos o cartas.

DATUM: Un datum está constituido por una superficie de referencia geoméricamente definida, habitualmente un elipsoide, dado por la longitud, latitud, y altura, y un punto fundamental en el que la vertical del geoide y al elipsoide sea común. La altimetría se refiere al geoide como altura H. Es evidente que como el geoide es una superficie irregular, sólo coincidente con el elipsoide al menos en el punto fundamental

del Datum elegido, habrá que tener en cuenta la separación del geoide y elipsoide, u ondulación del geoide.

Deficiencias en la Infraestructura vial: Deficiencias que se presentan en las vías bajo las dos categorías urbana y rural. Dichas deficiencias pueden ser de índole preconstructiva o post constructiva. Antes de ser construida hace referencia a las labores de replanteo y verificación de planos en campo. Luego de construido hace referencia a incompatibilidades con el Expediente Técnico.

DOPPLER: Se basa en la medición de la variación de distancias satélites mediante la cuenta DOPPLER de la frecuencia de las señales recibidas.

Fotogrametría es la disciplina que utiliza las fotografías para la obtención de mapas de terrenos. Los levantamientos fotogramétricos comprenden la obtención de datos y mediciones precisas a partir de fotografías del terreno tomadas con cámaras especiales u otros instrumentos sensores, ya sea desde aviones (fotogrametría aérea) o desde puntos elevados del terreno (fotogrametría terrestre) y que tiene aplicación en trabajos topográficos.

Geodesia: Se trata de las mediciones de grandes extensiones de terreno, como por ejemplo para confeccionar la carta geográfica de un país, para establecer fronteras y límites internos, para la determinación de líneas de navegación en ríos y lagos, etc.

GPS. (Global Positioning System). Es un sistema que puede trabajar con medida directa de distancias, en sistema Doppler, o en medida de fase que veremos en capítulos siguientes. A diferencia de los otros sistemas, este es un sistema que tiene cobertura en cualquier parte del mundo y a cualquier hora, ya sea por el día o por la noche.

Infraestructura vial: Se entiende como el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de los vehículos en forma confortable y segura. Las vías se subdividen en dos categorías: vías urbanas y vías interurbanas.

Tecnología en Topografía: Herramientas usadas en Topografía y que se encuentran en la vanguardia de los últimos adelantos tecnológicos a nivel mundial, como ejemplo se tienen algunos de los sistemas tecnológicos y que se vuelven indispensables para el desarrollo de la profesión topográfica como los sistemas de posicionamiento global, teledetección, dispositivos móviles y la fotogrametría.

Topografía: Ciencia y Arte de determinar posiciones relativas de la superficie terrestre (Brinker y Wolf, 1977). La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.

Topografía Plana: El levantamiento topográfico plano tiene la misma finalidad de los levantamientos geodésicos, pero difiere en cuanto a la magnitud y precisión y por consiguiente en los métodos empleados.

Puntos de Georeferenciación: puntos de las poligonales de apoyo establecidas para el control horizontal de la obra y red de Bench Marks para el control vertical.

Planimetría: sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí no interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno.

SLR (Satellite Laser Ranging): Es un sistema de medida directa de distancias por pulso laser a satélites provistos de prismas de reflexión total.

LiDAR (light detection and ranging) es una técnica de teledetección óptica que utiliza la luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas de x, y y z.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis General

El desconocimiento parcial o total de las principales tecnologías utilizadas en Topografía en el Perú, genera deficiencias en los procesos inmersos en la Ingeniería vial.

2.6.2. Hipótesis Específicas

- a) Al determinar las principales tecnologías utilizadas en Topografía se establecen los diferentes usos, características y aplicaciones en las obras viales del Perú.

- b) Al determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, se establecen las diferencias características en planimetría y altimetría en las obras viales en el Perú.

- c) Al determinar el nivel de conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura se establece si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para afrontar las obras viales en el Perú.

2.7. Variables

2.7.1. Definición conceptual de las variables

Consideramos como variable dependiente a los tipos de Tecnologías empleadas en el Perú, cuantitativa y por consiguiente consideramos como variable Independiente a las deficiencias en la infraestructura de las obras viales, también con escala cuantitativa.

Tabla 1
Definición conceptual de las variables

Variable Independiente	Variable dependiente
Tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Deficiencias en la infraestructura de las obras viales

Fuente: Elaboración propia

2.7.2. Definición operacional de la variable

Luego de un gran discernimiento, lectura e investigación se ha determinado establecer como parámetros de medida e investigación las siguientes sub variables, con el propósito de dar operación y trámite a la información recolectada para así determinar la relación de cada una de estas y la variable dependiente, teniendo en cuenta que el resultado de la operación está inmerso en el silogismo disyuntivo de Modus Tollendo Tollens:

Tabla 2:
Definición conceptual de las Sub-variables

Variable Dependiente	Variable Independiente	Sub-variables
		Principales tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú
Deficiencias de la infraestructura de las obras viales	Tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Principales deficiencias en Infraestructura Vial
		Conocimiento de las tecnologías en Topografía por parte de los estudiantes de Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración propia

2.7.3. Operacionalización de las variables

Luego de un gran discernimiento, lectura e investigación se ha determinado establecer como parámetros de medida e investigación las siguientes variables:

Tabla 3
Variables Sub-variables y Actividades.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Variable dependiente
¿Cuáles son las tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú y su relación con las deficiencias de la infraestructura de las obras viales?	Determinar la relación entre el conocimiento de las tecnologías en topografía y las deficiencias para reducir la brecha entre ellas	El desconocimiento parcial o total de las principales tecnologías utilizadas en Topografía en el Perú, genera deficiencias en los procesos inmersos en la Ingeniería vial.	Tecnologías empleadas en Topografía en el Perú	Deficiencias de la infraestructura de las obras viales

Fuente: Elaboración propia

La matriz de operacionalización, así como la matriz de consistencia se presentan en el capítulo No.06 Anexos, de este documento.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, método y diseño de la Investigación

Dadas las particularidades del presente estudio se ha tipificado según su método como deductivo, dado que va de lo general a lo particular, con orientación Aplicada por proyectar sus resultados y conclusiones como una herramienta de conocimiento y posterior aplicación posiblemente normativa, el enfoque es Cuantitativo, con recolección de datos prolectiva dado que se ha realizado en un solo instante en el tiempo y según cronología prospectiva.

El tipo de la investigación es descriptiva, correlacional y explicativa, dado que se desarrollará mediante herramientas estadísticas descriptivas, donde se hallará su relación entre variables. El Diseño de la investigación tiene clasificación no experimental – Observacional.

Se aplicará como instrumento un cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas, con valores politómicos y discretos, acerca del conocimiento sobre las tecnologías en topografía relacionadas con la Ingeniería Vial.

Para la primera Etapa, se han realizado entrevistas a Tres (03) de las Principales casas de Compra y Venta de Equipos Topográficos y así conocer los detalles y características de los mismos, así como los equipos mayormente usados en la especialidad de Ingeniería Vial.

Como segunda etapa, se han tenido en cuenta tres (03) Expertos en la materia, realizando una Entrevista para su desarrollo y posterior validación tanto de las Entrevistas a las Casas de Venta y Alquiler de Equipos Topográficos, así como la Herramienta Constructo para las Encuestas a los estudiantes de últimos ciclos de Ingeniería, así como egresados de las Principales Universidades de Lima.

Se ha ideado realizar la encuesta en la totalidad de las Universidades existentes en Lima - Perú y que enseñan carreras de Ingeniería Civil y que son acreditadas según el SUNEDU, como organismo rector de las carreras profesionales y de la Educación en el Perú, tal como se muestra a continuación:

Principales Universidades en Lima - Perú que enseñan carreras de Ingeniería Civil:

1. Universidad Nacional de Ingeniería
2. Universidad César Vallejo S.A.C
3. Universidad Nacional Federico Villarreal
4. Universidad Privada del Norte
5. Universidad de Piura
6. Universidad Científica del Sur
7. Universidad Ricardo Palma
8. Universidad Privada San Ignacio de Loyola

3.2. Población y muestra

De todas las universidades anteriormente mencionadas, se pretende tomar las facultades exclusivamente de Ingeniería Civil, dado que el enfoque de la investigación va dirigido a la Ingeniera Vial.

Según la ExDirección de estadística ANR (Asamblea Nacional de Rectores), para el año 2010 se tenían alrededor de 35.000 estudiantes de Ingeniería Civil, siendo que la variación de estudiantes no influye en el tamaño de la muestra dado que después de 10.000 los resultados varían de 377 a 380 por una diferencia de 25.000 estudiantes.

Sin embargo, por motivos de alcance, se ha determinado limitar dichas cifras en concordancia con lo reportado por la SUNEDU en el año 2017, con relación a las Universidades aquí mostradas:

Tabla 4
Número de estudiantes egresados de Ing. Civil en las Principales Universidades de Lima en el 2017

Principales Universidades en Lima - Perú que enseñan carreras de Ingeniería Civil	Número de estudiantes egresados
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	75
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	502
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	71
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	136
UNIVERSIDAD DE PIURA	80
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	10
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	421
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	81
TOTAL DE ESTUDIANTES	1376

Fuente: SUNEDU, (2018)

Elaboración: Propia

Tal como se ha manifestado, el criterio de inclusión relaciona a las principales universidades de Lima que enseñan la carrera de Ingeniería civil, esto en razón a los alcances económicos y de tiempo de la investigación.

Como criterio de exclusión se toma el registro de datos de la universidad que este avalado por la SUNEDU.

3.2.1. Cálculo de la Muestra

Se adelantó un muestreo aleatorio simple, el cual es el prototipo de muestreo probabilístico, y en referencia al cual se llevan a cabo las fórmulas básicas del error muestral y el tamaño muestral. Cada unidad del marco muestral se le asigna un número y se les elige de forma aleatoria hasta completar la muestra.

Para el cálculo de la muestra, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \cdot p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \cdot p(1-p)}{e^2 N}\right)} \quad (1)$$

Donde:

Tamaño de la población = N

Margen de error = e

e es un porcentaje, debe estar expresado con decimales (por ejemplo, 3%=0.03)

Nivel de Confianza = z (Ver tabla 6)

Tabla 5
Nivel de confianza

Nivel de Confianza	Puntuación z
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Fuente: Raosoft, Inc. 2004.
Elaboración: Propia

- Tamaño de la Población

1376 estudiantes egresados de las Universidades de Lima. Corresponde al total de unidades de las cuales se puede seleccionar la muestra aleatoria.

- Margen de error que acepta

5% es la opción más común. El margen de error es la cantidad de error que se puede tolerar. Significa elegir la probabilidad de rechazar una hipótesis nula verdadera. Por ejemplo, un margen de error de 1% significa que las observaciones o resultados derivados de la investigación en curso, pueden deberse al azar en hasta un 1% de los casos.

- Nivel de confianza que se necesita

95%. El nivel de confianza indica el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población. Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%.

- Variabilidad conocida

La elección más conservadora es 50%. La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó se la hipótesis es la variabilidad negativa, denotada por q . Cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación

(no hay otras o no se pudo aplicar una prueba previa), entonces los valores de variabilidad es $p=q=0.5$ o 50%, tal como es el caso de la presente investigación.

Tabla 6:
Resultado del tamaño de la muestra

Estadística	Descripción	Valor
N	Tamaño de la población	1376
e	Margen de error (como decimal)	5%
z	Nivel de confianza (como puntuación de z)	95% (1.96)
p	Valor de porcentaje (como decimal)	50%

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{\frac{1.96^2 \times 0.50(1-0.50)}{0.05^2}}{1 + \left(\frac{1.96^2 \cdot 0.50(1-0.50)}{0.05^2 \times 1376} \right)} = 301 \quad (2)$$

El tamaño recomendado para la muestra es de 301 unidades, es decir 301 encuestas a 301 estudiantes de Ingeniería Civil. Con este mínimo de unidades, se podrá realizar la investigación sin más costo del necesario, pero con la seguridad de que las condiciones aceptadas para la generalización (confiabilidad, variabilidad y error) se mantienen.

Tabla 7
Número de la muestra calculada para cada Universidad de Lima.

Principales Universidades en Lima - Perú que enseñan carreras de Ingeniería Civil	Número de la muestra
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	16
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	110
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	16
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	30
UNIVERSIDAD DE PIURA	18
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	3
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	92
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	17
TOTAL DE LA MUESTRA	302

Fuente: Elaboración propia

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el Caso de la Entrevista a los representantes de las casas más importantes que proveen servicios e instrumentos topográficos, se realizaron preguntas de índole relevante y de fácil entendimiento.

Las Preguntas formuladas fueron las siguientes;

1. Cuéntenos un poco sobre su experiencia en la venta y servicio de la Tecnología en equipos Topográficos.
2. ¿Desde su experiencia, que tan importante cree usted que es la Topografía en el desarrollo de las obras viales?
3. ¿Cuáles son los equipos de mayor preferencia por sus clientes con relación a los equipos topográficos?
4. ¿Cuáles son los equipos de mayor preferencia por sus clientes con relación a los equipos topográficos de alta tecnología?
5. ¿Alguna vez ha tenido experiencias donde sus clientes le indiquen que la Topografía elaborada con dichas tecnologías no coincide con el terreno de las obras?
6. Realizar si la pregunta anterior es afirmativa, en caso contrario pasar a la siguiente.

7. ¿Qué tipo de tecnologías fueron usadas en Topografía en estos proyectos?
8. ¿Cuáles son los errores más comunes presentados con el uso de estas tecnologías?
9. Desde su perspectiva, ¿cómo cree usted que se podría mitigar los errores en Topografía realizada con última tecnología?

De igual manera para las entrevistas de juicio de expertos, las preguntas se han centrado en su experiencia en el tema de topografía y las posibles falencias o deficiencias presentadas como resultado de las malas prácticas relacionadas a las tecnologías en Topografía.

Las Preguntas formuladas a los expertos fueron las siguientes:

1. Cuéntenos un poco sobre su experiencia en la Ingeniería Vial.
2. ¿Desde su experiencia en la Ingeniería Vial, que tan importante cree usted que es la Topografía en su desarrollo?
3. ¿Alguna vez ha tenido experiencias donde la Topografía no coincide con el terreno de las obras?
4. Realizar si la pregunta anterior es afirmativa, en caso contrario pasar a la siguiente.
5. ¿Qué tipo de tecnologías fueron usadas en Topografía en estos proyectos?
6. Desde su perspectiva, ¿cómo cree usted que se podría mitigar los errores en Topografía realizada con última tecnología?
7. Luego de evaluar la Herramienta adjunta “Encuesta”, se harán preguntas relacionadas con la misma.

En dichas entrevistas se realizó la validación del instrumento de encuesta mediante el Juicio de estos expertos, realizado con un total de tres (03) profesionales en Ingeniería vial, entre catedráticos y empresarios experimentados en el uso de nuevas Tecnologías en topografía.

Como tercer estadio de la investigación se realizó la Encuesta a estudiantes de últimos ciclos y graduados de la carrera de Ingeniería Civil, teniendo como ventaja los temas ideados en un mismo elemento de medición, permitiendo estructurar fácilmente

los resultados de la presente investigación. Otra ventaja de esta encuesta es que facilita comparar los resultados, y la información que se obtuvo de carácter trascendente y significativo.

Las Preguntas realizadas en esta Encuesta se pueden evidenciar en el Anexo 4, del presente trabajo de Tesis.

3.4. Descripción de procedimientos de análisis

3.4.1. Entrevista

El Instrumento se presenta a manera de Ficha Técnica como cuestionario semiestructurado con preguntas cerradas politómicas, para mayor facilidad al momento de la Encuesta y mayor facilidad en su diligenciamiento, procesamiento y conclusiones, ésta encuesta se encuentra en los anexos del presente documento.

3.4.2. Encuesta

El Instrumento se presenta a manera de Ficha Técnica como cuestionario semiestructurado con preguntas cerradas politómicas, para mayor facilidad al momento de la Encuesta y mayor facilidad en su diligenciamiento, procesamiento y conclusiones, ésta encuesta se encuentra en los anexos del presente documento.

Ruiz A. (2009) indica en su documento que, al formular una pregunta para las encuestas a realizar, se debe conocer muy bien dos aspectos fundamentales, su naturaleza respecto al contenido y la forma en la que se presentará. Hay una serie de sugerencias que deben respetarse para formular las preguntas, independientemente de su tipo:

- a) Usar un lenguaje que todas las personas a interrogar entiendan;
- b) Cada pregunta debe reflejar una sola idea. Nos debemos de asegurar de que cada pregunta se refiera a una sola cosa y a un solo tema;
- c) Las cuestiones se han de redactar de forma clara, precisa e inequívoca. Por tanto, lenguaje sencillo, frases de estructura elemental y expresión clara;
- d) No se ha de recoger más información que la necesaria para el problema que se evalúa o investiga;
- e) Redactar las preguntas en forma personal y directa.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Entrevistas a las Casas de venta y alquiler de Equipos Topográficos

Antes de mostrar los resultados numéricos, es menester mostrar los resultados de las primeras etapas de la investigación, dando inicio con las entrevistas realizadas a las Casas de venta y alquiler de Equipos Topográficos.

A continuación, se darán las principales respuestas a manera de resumen de las Entrevistas realizadas a las siguientes Casas de venta y alquiler de Equipos Topográficos:

- Empresa GEINCOR, ubicada en la Av. Paseo de la Castellana N° 567 Santiago de Surco, siendo entrevistado el Gerente General de dicha empresa.

- Empresa Geo Systems – Lima, ubicada en la Av. Javier Prado Este 1402 | Urb. Corpac, San Isidro, entrevistando al ejecutivo de Ventas de dicha empresa.
- Empresa Survey Rental., ubicada en la Av. Dos de Mayo 1664 - San Isidro Lima, San Isidro, entrevistando al ejecutivo de Ventas de dicha empresa.

A continuación, se presentan las preguntas y el resumen de las respuestas:

Cuéntenos un poco sobre su experiencia en la venta y servicio de la Tecnología en equipos Topográficos.

Las tres empresas llevan en el mercado más de 15 años en ventas en el Perú.

¿Desde su experiencia, que tan importante cree usted que es la Topografía en el desarrollo de las obras viales?

Las tres empresas coinciden en la gran importancia que tiene la Topografía en las obras civiles recalcando su importancia en la Ingeniería Vial, manifestando también que la Topografía es la primera en entrar en las obras y la última en retirarse.

¿Cuáles son los equipos de mayor preferencia por sus clientes con relación a los equipos topográficos?

Las empresas coinciden en que el mayor equipo vendido es la Estación total con todos los últimos avances tecnológicos, tales como ubicación satelital, cálculos topográficos desde la máquina, lecturas de distancias de hasta 1.5 kilómetros sin prismas entre otras.

La tecnología GPS es la segunda mejor vendida, siendo los aparatos de registro de información diferencial el más apetecido por los clientes.

El segundo equipo mejor vendido es la Tecnología LiDAR, dependiendo de lo que requiere el cliente, siendo que la aplicación de esta Tecnología

es variada, ya sea para toma de información en batimetrías, sitios de ubicación de puentes, y desarrollo de diseño para carreteras.

El último en la lista es la tecnología Dron la cual tiene aplicaciones para diseño de carreteras, batimetrías, puentes y túneles.

¿Cuáles son los equipos de mayor preferencia por sus clientes con relación a los equipos topográficos de alta tecnología?

Esta respuesta tiene las mismas características de la pregunta anterior para los encuestados, repitiendo la misma información en ambas presuntas de manera coincidente, en primer lugar esta la Estación Total, con variedad en los aditamentos tecnológicos tales como cartera electrónica y cálculo de detalles topográficos incluidos, en segundo lugar esta la tecnología Laser, ya sea para realizar inventarios viales, levantamientos topográficos, vuelos no tripulados etc, luego le sigue los software de aplicación los cuales acompañan las tecnologías antes mencionadas, es importante hacer énfasis en esto en razón a que muchos compradores o usuarios de última tecnología no adquieren los software que acompañan dichas tecnologías, haciendo que los procesos duales entre maquina y computadora se vea diezmado en su desarrollo programado.

¿Alguna vez ha tenido experiencias donde sus clientes le indiquen que la Topografía elaborada con dichas tecnologías no coincide con el terreno de las obras?

Los encuestados respondieron de manera idéntica al manifestar que los errores mostrados por algunos clientes siempre fueron de carácter humano por desconocimiento de la herramienta.

Realizar si la pregunta anterior es afirmativa, en caso contrario pasar a la siguiente.

¿Qué tipo de tecnologías fueron usadas en Topografía en estos proyectos?

Todo tipo de tecnologías. Coinciden en que no existe alguna incidencia en especial.

¿Cuáles son los errores más comunes presentados con el uso de estas tecnologías?

Los entrevistados coinciden en que los errores son de manipulación a cualquier tipo de tecnología por parte de los operadores, esto debido a la falta de conocimiento de la herramienta.

Desde su perspectiva, ¿cómo cree usted que se podría mitigar los errores en Topografía realizada con última tecnología?

Los entrevistados coinciden en que lo primero que debe tenerse en cuenta es la capacitación desde las universidades, dado que las tecnologías aplicadas en Topografía es lo que se está manejando a nivel mundial, siendo estas últimas tendencias las más utilizadas.

Las entrevistas fueron realizadas de la siguiente manera: en el caso de GEINCOR se realizó con el Gerente General de la empresa, entrevista que fue registrada de manera fílmica y la cual reposa en el CD adjunto al presente documento como base de repositorio y ayuda para posterior retoma de información y análisis. Para el caso de las otras dos empresas, se realizó entrevista estructurada mediante registro telefónico a los ejecutivos de ventas de dichas empresas.

Validación de los Resultados

Tabla 8:
Validación de los resultados

Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específicas	Sub-variables	Instrumento	Indicador	Índice
¿Cuáles son las principales tecnologías aplicadas para establecer su relación con sus diferentes usos y características en las obras viales en el Perú, año - 2019?	Determinar las principales tecnologías aplicadas en Topografía para establecer su relación con sus diferentes usos y características en las obras viales en el Perú, año - 2019	Al determinar las principales tecnologías aplicadas en Topografía se establecen los usos y sus características en las obras viales del Perú, año - 2019.	Principales tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Herramienta Entrevista	Tipos de Tecnologías	Tipos de Tecnología en topografía existente en el Perú y su uso más frecuente

Fuente: Matriz de Operacionalización
Elaboración propia

Tabla 9:
Resultados de la Tecnología

Indicador	Indice	Tipo	Uso Frecuente	Casa 1	Casa 2	Casa 3	Valor Final Promedio
Tipos de Tecnologías	Tipos de Tecnología en topografía existente en el Perú y su uso más frecuente	Estación Total	Todo Propósito	Alto	Alto	Alto	Alto
		Tecnología GPS	Carreteras	Medio	Medio	Medio	Medio
		Tecnología Dron	Agrimensura, Batimetrías, Cultivos.	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
		Tecnología LiDAR	Túneles, puentes, Batimetrías, carreteras, etc.	Alto	Bajo	Medio	Medio
		Software Aplicativo	BIM	Medio	Medio	Bajo	Medio

Fuente: Elaboración propia

Casa 1: GEINCOR, Casa 2: Geo Systems, Casa 3: Survey Rental.

4.1.1. Entrevistas a Expertos en Topografía aplicada a la Ingeniería Vial

La encuesta a Expertos en Topografía aplicada a la Ingeniería vial fue enfocada a profesionales con gran nivel de experiencia en estos rubros, los cuales también han fungido en cargos de dirección en empresas del estado y en empresas de prestigio en el Perú.

Las entrevistas fueron realizadas en las oficinas de los expertos mediante el enfoque de entrevista abierta con un cuestionario estructurado, la cual fue tomada en registro fílmico como base de repositorio y ayuda para posterior retoma de información y análisis.

Los expertos entrevistados son los siguientes:

Tabla 10
Expertos entrevistados

Experto	Profesión	Cargos relevantes ocupados	Cargo Actual	Años de Experiencia
Ing. Mg. Marco Montalvo	Ingeniero Civil	Director Ejecutivo del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.	Gerente Técnico importante empresa del rubro de la Consultoría y la Supervisión.	Más de 40 años.
Ing. Mg. Tomás Sánchez	Ingeniero Civil	Gerente Técnico, Diseñador en Jefe, Jefe de Supervisión, Coordinador de Supervisor.	Gerente Técnico importante empresa del rubro de la Consultoría y la Supervisión.	Más de 35 años.
Ing. Tomás Palma	Ingeniero Civil	Gerente Técnico, Diseñador, Jefe de Supervisión, contratista Constructor, Contratista Supervisor.	Jefe de Supervisión en carreteras de Alta complejidad.	Más de 50 años.

Fuente: Elaboración propia

Dicho registro fílmico de las entrevistas realizadas podrá ser encontrado en el anexo en CD proporcionado con el volumen de la presente investigación.

A continuación, se muestra la Tabla del Nivel de Validez de la evaluación a la herramienta de encuesta (Constructo) que se utilizó en los alumnos y egresados de la carrera de Ingeniería Civil.

Tabla 11

Valores del nivel de validez de las preguntas del cuestionario

Pregunta	Porcentaje calificado por el Experto			
	Ing. Mg. Marco Montalvo	Ing. Mg. Tomás Sánchez	Ing. Tomás Palma	Porcentaje Final
Pregunta No.1	100%	100%	100%	100%
Pregunta No.2	100%	95%	100%	98%
Pregunta No.3	95%	100%	100%	98%
Pregunta No.4	95%	100%	100%	98%
Pregunta No.5	100%	100%	100%	100%
Pregunta No.6	100%	100%	100%	100%
Pregunta No.7	100%	100%	100%	100%
Pregunta No.8	100%	100%	100%	100%
Pregunta No.9	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Preguntas y respuestas realizadas a los expertos

Cuéntenos un poco sobre su experiencia en la Ingeniería Vial:

La respuesta de los tres especialistas es que tienen experiencia en el rubro de la construcción de carreteras por más de 30 años, en el ámbito público y privado.

¿Desde su experiencia en la Ingeniería Vial, que tan importante cree usted que es la Topografía en su desarrollo?:

Todos coinciden en que la Topografía es el éxito o fracaso de un proyecto vial, es por esto que debe dársele la importancia necesaria.

¿Alguna vez ha tenido experiencias donde la Topografía no coincide con el terreno de las obras?:

Los expertos coinciden en que muchas de las obras que han tenido que enfrentar muestran errores a nivel de Topografía, pero de igual manera aseguran que este fenómeno se viene presentando con más intensidad en los últimos años, en razón a que las entidades del estado han reducido los costos para las cotizaciones de los estudios y diseños de nuevos proyectos, lo que genera un recorte presupuestal en muchos de los proyectos, y los empresarios han tendido a reducir los alcances de las especialidades y

muchas de ellas dejan lo prolijo en la ejecución para dedicarse a lo netamente económico.

Realizar si la pregunta anterior es afirmativa, en caso contrario pasar a la siguiente.

¿Qué tipo de tecnologías fueron usadas en Topografía en estos proyectos?:

Los expertos coinciden en que no importa el tipo de tecnología, pero se evidencia que las tecnologías más proclives a presentar errores por práctica humana son las tecnologías GPS, llámese Drones, o LiDAR.

Desde su perspectiva, ¿cómo cree usted que se podría mitigar los errores en Topografía realizada con última tecnología?

Todos coinciden en que los procedimientos de nueva tecnología deben ser adelantados y supervisados por profesionales con la formación y capacitación suficiente para enfrentar estos proyectos de gran demanda intelectual, así como también es importante el respaldo post-venta de las casas matriz.

Luego de evaluar la Herramienta adjunta “Encuesta”, se hicieron preguntas relacionadas con la misma.

Posterior a presentar el Constructo a cada uno de los Expertos, se procedió a la evaluación de la misma, resultado que se puede evidenciar en el cuadro anterior “Valores del nivel de validez de las preguntas del cuestionario”, en lo que se puede concluir que la herramienta ha sido avalada por los Expertos.

Validación de los Resultados

Tabla 12:
Validación de los resultados Expertos

Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específicas	Sub-variables	Instrumento	Indicador	Índice
¿Cuáles son las tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias de la infraestructura de las obras viales en el Perú, año-2019?	Determinar la relación entre las tecnologías aplicadas en la Topografía y las deficiencias en la infraestructura vial para establecer equipos y procedimientos constructivos utilizando estadística descriptiva, en las obras viales en el Perú, año-2019	Al determinar la relación entre las tecnologías aplicadas en la Topografía y las deficiencias en la infraestructura vial se establecen los equipos y procedimientos constructivos utilizando estadística descriptiva, en las obras viales en el Perú, año-2019	Principales deficiencias en Infraestructura Vial	Herramienta Entrevista	Identificación de los errores en Topografía Aval de la Herramienta Constructo (Encuesta)	Errores más comunes en planimetría y Altimetría Aval de la herramienta (Constructo) por parte de dichos expertos

Fuente: Matriz de Operacionalización
Elaboración propia

Tabla 13:
Resultados de la Tecnología

Indicador	Índice	Tipo de Error	Error	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Valor Final Promedio
Identifica errores en Topografía	Errores más comunes en planimetría y Altimetría	En puntos Geodésicos	Humano	Alto	Alto	Alto	Alto
		En Planimetría y Altimetría	Humano	Alto	Alto	Alto	Alto
		En Taludes inferiores	Humano	Alto	Alto	Alto	Alto
Aval de la Encuesta Constructo	Aval de la herramienta (Constructo) por parte de dichos expertos			Avaló	Avaló	Avaló	Avalado por unanimidad

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Encuestas a Alumnos y egresados de la carrera de Ingeniera Civil

Validación de los resultados

Estadística de fiabilidad Alfa de Cronbach

Polit y Hungler, (2000), al igual que Burns y Grove (2004), afirman que no hay normas para determinar qué coeficiente de confiabilidad resulta aceptable, pero que en general es aceptable hasta un valor mínimo de 0.70. Según Sturme y P, Newton JT, Cowley A, Bouras N, Holt G., (2009) y MACCAD, (2009), consideran un coeficiente de confiabilidad de alfa de Cronbach aceptable mínimo de 0,6.

La confiabilidad del cuestionario se calculó mediante el coeficiente alfa de Cronbach utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics 22; se obtuvo el siguiente resultado (Tabla 14 y 15):

Tabla 14:
Estadística de fiabilidad Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	WN de elementos
,404	,334	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15:
Estadística de total del elemento

Pregunta	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1. Desde su perspectiva, ¿Qué tan importante es la materia de Topografía en la práctica de la Ingeniería Vial?	13,7616	6,408	,173	,082	,379

Pregunta	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
----------	--	---	--	----------------------------------	---

2. ¿Indique cuál de estos elementos ha usado en las prácticas de campo de Topografía? (indique la más relevante)	13,0364	6,095	,176	,157	,372
3. ¿Qué tanto conoce usted la tecnología láser en la práctica de la topografía?	13,1623	4,409	,417	,269	,211
4. ¿Cuál de estos equipos de última generación le enseñaron en la Universidad?	12,5265	5,121	,180	,245	,375
5. ¿Qué tanto conoce usted la tecnología LiDAR en la práctica de la topografía?	12,2252	5,305	,279	,218	,315
6. ¿Qué tanto conoce usted la tecnología del DRON en la práctica de la topografía?	13,0927	4,656	,392	,221	,237
7. ¿Cree usted que existe ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía y sus instrumentos actualizados?	13,5927	7,810	-,337	,178	,544
8. ¿Cree usted importante que las universidades implementen capacitaciones en las nuevas tecnologías en topografía?	13,9967	6,920	,043	,078	,410

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad determinada por el alfa de Cronbach en el cuestionario de 8 ítems presentó un alfa de Cronbach de 0,404 (Tabla 15) y en el de 3 ítems un alfa de Cronbach de 0,602 (Tabla 14), considerándose un puntaje aceptable en los estudios de validación de un instrumento, según Nunnally JC, Bernstein I. (1995), aquí se confirma que el cuestionario tiene elementos que miden lo mismo y que, acortar la prueba hace que la confiabilidad aumente. Se observó en este caso que al retirar elementos con

bajas correlaciones (preguntas 1,2,4,7 y 8) del cuestionario inicial de 8 ítems, aumentó la confiabilidad, dando como resultado un cuestionario de 3 ítems.

Tabla 16:
Estadística de fiabilidad Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	WN de elementos
,602	,605	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17:
Estadística de total del elemento

Pregunta	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
3. ¿Qué tanto conoce usted la tecnología láser en la práctica de la topografía?	4,7947	2,011	,411	,172	,503
5. ¿Qué tanto conoce usted la tecnología LiDAR en la práctica de la topografía?	3,8576	2,322	,430	,185	,480
6. ¿Qué tanto conoce usted la tecnología del DRON en la práctica de la topografía?	4,7252	2,173	,395	,158	,523

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, para la interpretación de este puntaje se tuvo en cuenta que el cuestionario mide 3 elementos en lugar de 8 y que según Burns N y Grove S., (2009), las pruebas multidimensionales, es decir, aquellas que miden diferentes aspectos o elementos de un constructo, están formadas por subpruebas. Este tipo de instrumentos tienden a presentar coeficientes de confiabilidad de consistencia interna de magnitud moderada, indicando que no son totalmente homogéneas; sin embargo, sus respectivas subpruebas pueden serlo, lo cual se evidenció que en la investigación coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,602 para cuestionario realizado para 302 entrevistados.

A continuación, se presentan los resultados de las Encuestas aplicadas a la Ingeniería Vial.

Tabla 18
Sexo del Encuestado

UNIVERSIDAD	Sexo del Encuestado	
	Masculino	Femenino
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	12	4
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	89	21
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	10	6
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	22	8
UNIVERSIDAD DE PIURA	12	6
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	3	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	77	15
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	12	5

Fuente: Elaboración propia

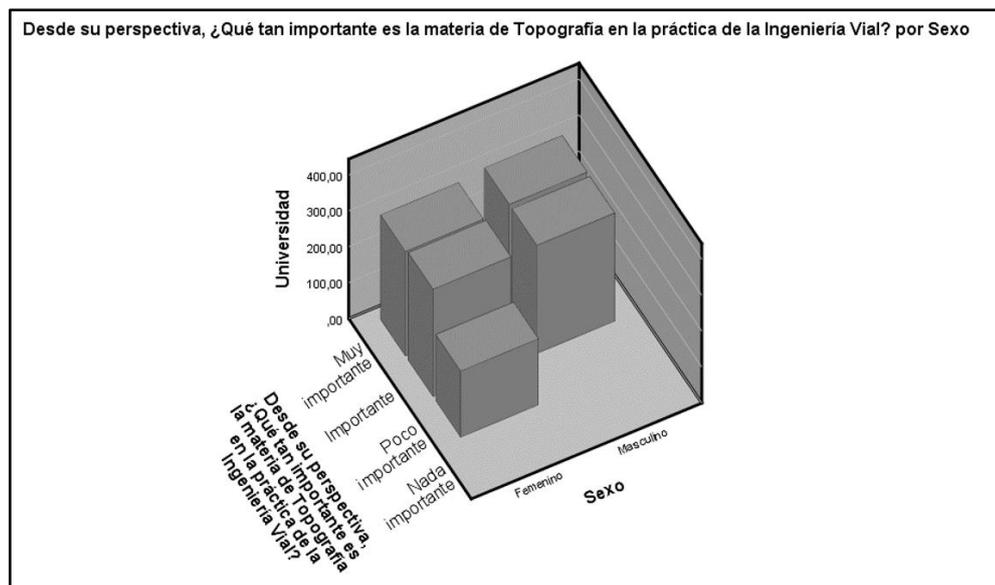


Figura 8: Importancia de la Topografía por Sexo
Fuente: elaboración propia

Tabla 19
Importancia de la Topografía en la Ingeniería Vial

UNIVERSIDAD	¿Desde su perspectiva que tan importante es la materia de Topografía en la práctica de la Ingeniería Vial?			
	Muy Importante	Importante	Poco Importante	Nada Importante
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	11	5	0	0
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	76	30	1	0
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	13	4	0	0
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	23	5	0	0
UNIVERSIDAD DE PIURA	13	4	1	0
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	2	1	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	77	33	0	0
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	9	8	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20
Equipos más usados en prácticas de Topografía

UNIVERSIDAD	¿Indique cuales elementos ha usado en las prácticas de campo de Topografía?			
	GPS	Estación Total	Teodolito digital	Teodolito colimador
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	1	13	2	0
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	11	90	17	0
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	10	13	5	1
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	5	19	9	0
UNIVERSIDAD DE PIURA	4	13	1	0
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	0	3	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	46	64	31	1
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	3	12	2	0

Fuente: Elaboración propia

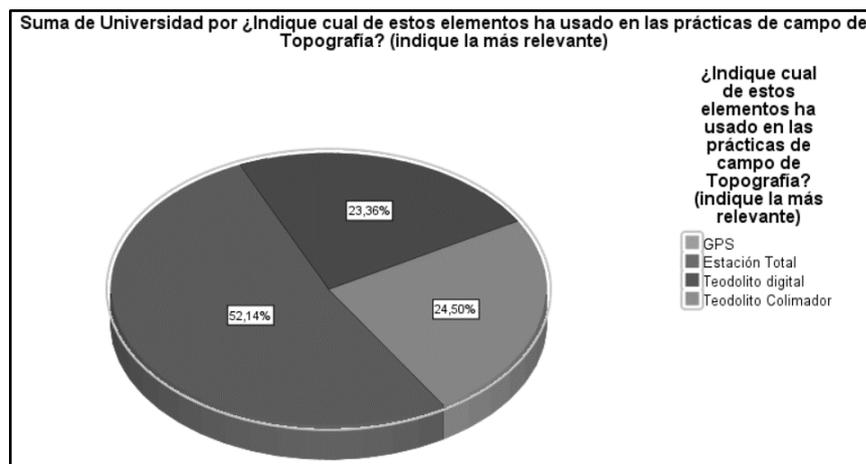


Figura 9: Elementos usados en prácticas de Topografía por universidad
Fuente: elaboración propia

Tabla 21
Conocimiento en la Tecnología LASER

UNIVERSIDAD	¿Qué tanto conoce usted la tecnología láser en la práctica de la topografía?			
	Tengo formación en el tema	No tengo formación pero la manejo	La he oído mencionar	No la conozco
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	5	9	2	0
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	62	12	33	4
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	4	1	9	2
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	20	3	7	0
UNIVERSIDAD DE PIURA	6	4	6	2
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	2	1	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	37	8	43	4
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	7	8	2	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22
Equipos Tecnológicos enseñados en la Universidad

UNIVERSIDAD	¿Cuál de estos equipos de última generación le enseñaron en la Universidad?			
	GPS Estacionario	GPS Rover	GPS de mano	Ninguno de los anteriores
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	3	11	1	1
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	16	5	74	16
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	7	2	10	2
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	7	0	23	1
UNIVERSIDAD DE PIURA	3	3	8	4
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	2	1	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	40	2	35	20
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	7	8	1	1

Fuente: Elaboración propia

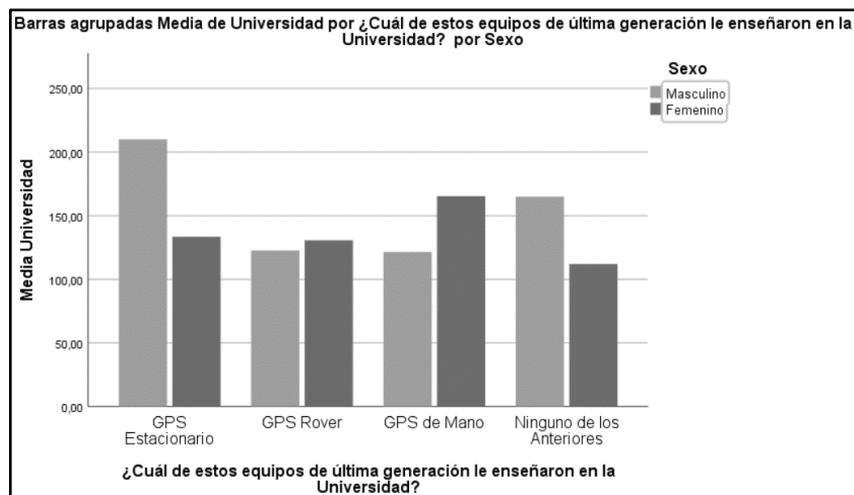


Figura 10: Equipos enseñados en la Universidad por sexo
Fuente: elaboración propia

Tabla 23
Conocimiento de la Tecnología LiDAR

UNIVERSIDAD	¿Qué tanto conoce usted la tecnología LiDAR en la práctica de la topografía?			
	Tengo formación en el tema	No tengo formación pero la manejo	La he oído mencionar	No la conozco
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	3	11	1	1
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	6	24	56	24
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	1	1	10	4
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	5	6	13	6
UNIVERSIDAD DE PIURA	1	2	9	6
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	1	0	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	1	8	67	16
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	4	11	1	1

Fuente: Elaboración propia

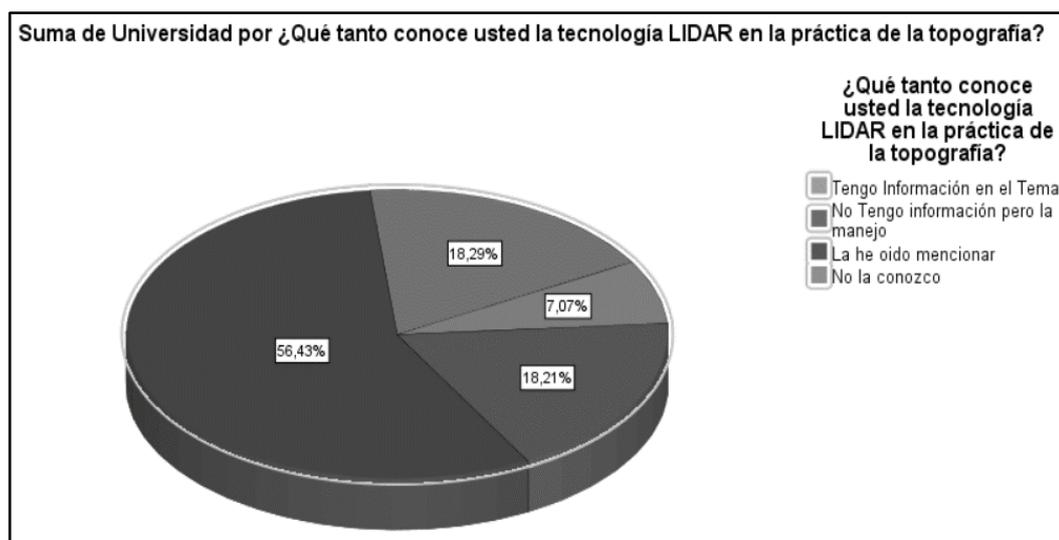


Figura 11: Práctica de la Tecnología LiDAR por Universidad

Fuente: elaboración propia

El 56.43% de la totalidad de los encuestados No tiene información acerca de la tecnología LiDAR en la práctica de la topografía.

Tabla 24
Conocimiento de la Tecnología DRON

UNIVERSIDAD	¿Qué tanto conoce usted la tecnología del DRON en la práctica de la topografía?			
	Tengo formación en el tema	No tengo formación pero la manejo	La he oído mencionar	No la conozco
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	4	11	0	1
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	40	22	47	1
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	4	3	8	1
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	11	13	6	0
UNIVERSIDAD DE PIURA	6	2	9	1
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	0	3	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	53	10	27	2
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	6	10	0	1

Fuente: Elaboración propia

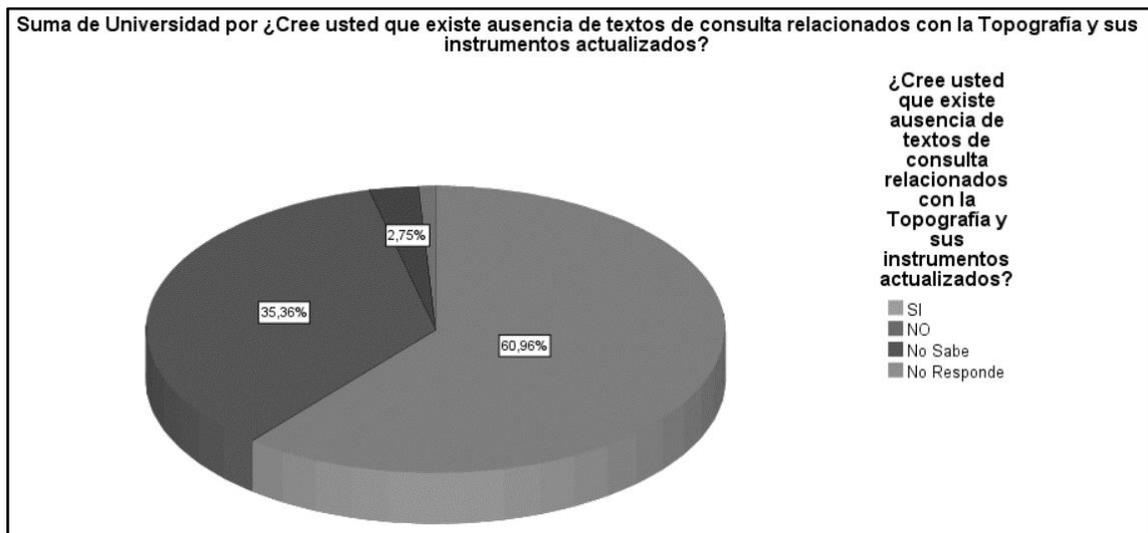


Figura 12: Ausencia de textos de consulta en Topografía por Universidad

Fuente: elaboración propia

El 60.96% de la totalidad de los encuestados cree que existe ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía y sus instrumentos actualizados.

Tabla 25
Ausencia de textos de consulta en Equipos de Topografía

UNIVERSIDAD	¿Cree usted que existe ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía y sus instrumentos actualizados?			
	Si	No	No Sabe	No responde
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	3	13	0	0
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	64	40	5	1
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	12	3	1	0
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	26	4	0	0
UNIVERSIDAD DE PIURA	11	3	3	1
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	0	3	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	55	35	1	1
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	5	12	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26
Implementar capacitaciones nuevas tecnologías

UNIVERSIDAD	¿Cree usted que es importante que las universidades implementen capacitaciones en las nuevas tecnologías en topografía?			
	Si	No	No Sabe	No responde
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	9	7	0	0
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C	108	2	0	0
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL	15	1	0	0
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	30	0	0	0
UNIVERSIDAD DE PIURA	18	0	0	0
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR	3	0	0	0
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	91	1	0	0
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN IGNACIO DE LOYOLA	10	7	0	0

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis de Resultados o discusiones de los resultados

Es importante destacar en este acápite los resultados de cada uno de los episodios y pasos detallados de la investigación, tanto la entrevista a los vendedores de tecnología, expertos en la materia y las encuestas a los estudiantes de Ingeniería.

Se valida la hipótesis:

1. Al determinar las principales tecnologías aplicadas en Topografía se establecen los diferentes usos y sus características en las obras viales.

Lo anterior se basa en los resultados mostrados en la tabla 27 del presente capítulo, resultados según lo expresado por los representantes de las casas de venta de los equipos Topográficos en Lima, como resultado de la Entrevista.

Se convalida que las tecnologías más aplicadas en el Perú son las Estaciones Totales y la Tecnología LiDAR, en segundo lugar, se tienen las tecnologías Dron, como aporte se especifica que al determinar las principales tecnologías utilizadas en Topografía se establecen los diferentes usos, características y aplicaciones en las obras viales del Perú, bajo el siguiente cuadro:

Tabla 27
Validación de la hipótesis Nuevas Tecnologías

Hipótesis Específicas	Sub-variables	Instrumento	Indicador	Índice	Tipo	Resultado
Al determinar las principales tecnologías aplicadas en Topografía se establecen los diferentes usos y sus características en las obras viales del Perú, año -2019.	Principales tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Herramienta Entrevista:	Tipos de Tecnologías	Tipos de Tecnología en topografía existente en el Perú y su uso más frecuente	Estación Total GPS Diferencial	Valido
					Drones	Valido
					Tecnología LiDAR	Valido
					Software	Nuevo argumento
					Aplicativo	

Elaboración: Propia

Se evidencia en los resultados aquí mostrados que las principales tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú abarcan de mayor a menor importancia las siguientes:

1. Estación Total
2. GPS Diferencial
3. Drones
4. Tecnología LiDAR
5. Software Aplicativo

Tabla 28
Tipos de Tecnologías en topografía

Tipo de Tecnología	Uso Principal
Estación Total	Para levantamientos Topográficos de alta precisión para proyectos de carreteras, puentes, túneles y batimetrías.
Nivel Electrónico	Nivelaciones de precisión para proyectos de carreteras, puentes, túneles y batimetrías.
GPS de Mano	Fijación de Coordenadas con baja precisión
GPS Diferencial	Fijación de Coordenadas de Alta Precisión
Tecnología LiDAR	Vehículos aéreos no tripulados: De baja o alta precisión, para levantamientos Topográficos, para proyectos de carreteras, puentes, túneles, batimetrías, arquitectura, arqueología, agrimensura, agricultura entre otras. Vehículos aéreos tripulados: Ídem con mucha mayor precisión. Vehículos terrestres
Software Aplicativo	Aplicaciones de las actividades anteriormente mencionadas, indispensables para el manejo de la información, incluyendo programación de excavaciones y construcción.

Fuente: Elaboración propia

Considero importante redundar en algunos conceptos coincidentes, manifestados por los diferentes Encuestados y es que la Estación Total es una herramienta de campo que por su versatilidad seguirá siendo el equipo topográfico más usado de manera convencional, sin embargo, el GPS diferencial es por antonomasia la herramienta de ubicación para nuevos proyectos, y es esencial en la planificación de inicio de cualquier obra vial, sin embargo, son los drones y la tecnología Lidar la que actualmente esta ganando terreno, más aún con las diferentes aplicaciones las cuales se verán en la siguiente hipótesis.

Ahora bien, existe un elemento diferenciador que no fue obtenido inicialmente en la hipótesis, y es el Software Aplicativo como herramienta en la Topografía y que en la

actualidad (según los expertos) es uno de los productos con mayor venta en el Perú, esto en razón a que muchas de las tecnologías vinculan directamente el trabajo de gabinete.

Se valida la hipótesis:

2. Al determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, se establecen las diferencias en coordenadas y cotas en las obras viales en el Perú, año-2019.

En cuanto a la hipótesis de determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, se ha hallado en la aplicación de las herramientas con los expertos que el desconocimiento de la operación pertinente de dichas tecnologías establece la inducción al falla y posterior cadena de errores.

Tabla 29:
Validación de la hipótesis Deficiencias Infraestructura

Hipótesis Específicas	Sub-variables	Instrumento	Indicador	Índice	Tipo	Resultado
Al determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, se establecen las diferencias en coordenadas y cotas en las obras viales en el Perú, año-2019.	Principales deficiencias en Infraestructura Vial	Identificar las principales deficiencias presentadas en Infraestructura Vial.	Identificación de los errores en Topografía	Incidencia de errores en Topografía que generan adicionales.	Errores más comunes en planimetría y Altimetría	En puntos Geodésicos En Planimetría y Altimetría En Taludes inferiores

Fuente: Matriz de Operacionalización
Elaboración propia

Del cuadro anterior se puede observar con claridad que los errores más comunes presentados en Topografía son las discordancias en los Puntos Geodésicos en Planimetría y en Altimetría, mencionados con claridad en la página 32 del presente trabajo de Tesis y que fueron corroboradas en las entrevistas realizadas.

Los expertos encuestados coinciden en que, para el caso de la tecnología LiDAR se nombra como ejemplo de error, la toma de información en los taludes inferiores para el caso de los levantamientos topográficos, de igual manera, la conexión entre la información levantada y la ubicación geoespacial juega un papel importante y en el que deben ser sincronizados los relojes de los satélites como del equipo LiDAR, de lo contrario la discordancia en planimetría y altimetría conllevarán a error.

Se valida la hipótesis:

3. Al determinar el nivel de conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura se establece si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para las obras viales en el Perú, año-2019.

Ahora bien, queda ampliamente establecido que los profesionales deben contar con las competencias necesarias para afrontar las obras viales en el Perú, para ello se presenta a continuación una serie de gráficos los cuales son matrices dinámicas elaboradas desde la aplicación de IBM llamada SPSS, para un mejor entendimiento.

Tabla 30
Sexo Encuestados

		Sexo			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	238	78,8	78,8	78,8
	Femenino	64	21,2	21,2	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
Elaboración: Propia

Como se observa en el cuadro anterior la cifra de encuestados femenino es de 64 estudiantes de los 302, así como la cantidad de encuestados masculino es de 238 encuestados.

Tabla 31
 Importancia de la topografía

Desde su perspectiva, ¿Qué tan importante es la materia de Topografía en la práctica de la Ingeniería Vial?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy importante	214	70,9	70,9	70,9
	Importante	87	28,8	28,8	99,7
	Poco importante	1	,3	,3	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
 Elaboración: Propia

Alrededor del 71% opina que la topografía es muy importante en la práctica de la Ingeniería Vial, el 29% restante le parece importante, tan solo a un encuestado le pareció poco importante.

Tabla 32
 Elementos usados en topografía

¿Indique cuál de estos elementos ha usado en las prácticas de campo de Topografía? (indique la más relevante)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	GPS	56	18,5	18,5	18,5
	Estación Total	184	60,9	60,9	79,5
	Teodolito digital	62	20,5	20,5	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
 Elaboración: Propia

El 61% de los encuestados ha usado la Estación total, el 21% ha usado el teodolito digital y el 19% ha usado el GPS como herramienta de aprendizaje en las universidades.

Tabla 33
Conocimiento de la Tecnología Laser

¿Qué tanto conoce usted la tecnología láser en la práctica de la topografía?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Tengo Información en el Tema	146	48,3	48,3	48,3
	No Tengo información, pero la manejo	54	17,9	17,9	66,2
	La he oído mencionar	90	29,8	29,8	96,0
	No la conozco	12	4,0	4,0	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
Elaboración: Propia

Tan sólo el 49% de las personas encuestadas tiene conocimiento de la tecnología láser en la práctica de la Topografía.

Tabla 34
Tecnología aprendida en la Universidad

¿Cuál de estos equipos de última generación le enseñaron en la Universidad?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	GPS Estacionario	79	26,2	26,2	26,2
	GPS Rover	28	9,3	9,3	35,4
	GPS de Mano	151	50,0	50,0	85,4
	Ninguno de los Anteriores	44	14,6	14,6	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
Elaboración: Propia

Como se observa, solo el 50% ha tenido oportunidad de conocer el GPS de mano, el 26% conoce el GPS Estacionario y el 9% conoce el GPS Rover.

Tabla 35
Conocimiento de la Tecnología LiDAR

¿Qué tanto conoce usted la tecnología LiDAR en la práctica de la topografía?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Tengo Información en el Tema	22	7,3	7,3	7,3
	No Tengo información, pero la manejo	65	21,5	21,5	28,8
	La he oído mencionar	157	52,0	52,0	80,8
	No la conozco	58	19,2	19,2	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
Elaboración: Propia

Como se observa, el 52% ha oído mencionar la tecnología LiDAR, sólo el 7% tiene idea de lo que realmente significa.

Tabla 36
Conocimiento de la Tecnología DRON

¿Qué tanto conoce usted la tecnología del DRON en la práctica de la topografía?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Tengo Información en el Tema	124	41,1	41,1	41,1
	No Tengo información, pero la manejo	72	23,8	23,8	64,9
	La he oído mencionar	99	32,8	32,8	97,7
	No la conozco	7	2,3	2,3	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS
Elaboración: Propia

El resultado SPSS nos indica que el 41% se familiariza con la Tecnología DRON, sin embargo el 33% escasamente la ha oído mencionar.

Tabla 37
Ausencia de textos sobre Tecnología en topografía

¿Cree usted que existe ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía y sus instrumentos actualizados?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	178	58,9	58,9	58,9
	NO	111	36,8	36,8	95,7
	No Sabe	10	3,3	3,3	99,0
	No Responde	3	1,0	1,0	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS

Elaboración: Propia

Como se observa en el cuadro anterior, el 59% de los encuestados manifiesta que existe ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía.

Tabla 38
Importancia de implementar capacitaciones

¿Cree usted importante que las universidades implementen capacitaciones en las nuevas tecnologías en topografía?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	284	94,0	94,0	94,0
	NO	18	6,0	6,0	100,0
	Total	302	100,0	100,0	

Fuente: SPSS

Elaboración: Propia

El cuadro anterior nos indica de manera indefectible que el 94% de los encuestados cree importante que las universidades implementen capacitaciones en las nuevas tecnologías en topografía.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El desconocimiento parcial o total de las principales tecnologías utilizadas en Topografía en el Perú, genera deficiencias en los procesos inmersos en la Ingeniería vial, dados los resultados de las entrevistas y encuestas realizadas y plasmados sus resultados en el presente documento.
2. Es coincidente y completamente validada la hipótesis de los diferentes usos y características de las principales tecnologías aplicadas en Topografía, concluyendo que hubo una en especial que no se tuvo en cuenta y que actualmente está jugando un papel importante en el desarrollo de la Ingeniería Vial y es el Software de aplicación y seguimiento llamado BIM (Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la construcción.
3. Se concluye que las principales deficiencias se presentan por error humano, más no por la tecnología utilizada, dado que las nuevas tecnologías aplicadas en Ingeniería Vial son de aplicación mundial con excelentes resultados de eficiencia y eficacia, sin embargo el error humano persistente en carreteras se centra en errores de Puntos Geodésicos, Altimetría en Bench Marks y alcance en la geometría de los taludes por la mala percepción del operados al momento de realizar los levantamientos topográficos.
4. En definitiva, se realizó el sondeo a los alumnos de últimos ciclos de Ingeniería Civil y a estudiantes de maestría en Ingeniería Vial, encontrando que existe una deficiencia de conocimiento de las tecnologías Topográficas, así como la necesidad de conocer las características para aumentar las competencias al momento de enfrentarse con estos nuevos retos relacionados con las nuevas Tecnologías.

Recomendaciones

1. Dados los resultados de la presente investigación se recomienda hacer de conocimiento académico el presente aporte con el ánimo de dar continuidad a las demás áreas del conocimiento y posible herramienta para la conformación de la normativa entorno a la exigencia topográfica.
2. Se recomienda a las universidades ampliar el espectro de adquisición de las nuevas tecnologías entre las cuales se encuentra la tecnología LASER terrestre.
3. Se recomienda a los usuarios de nuevas tecnologías capacitarse de forma prolija en los elementos y posibles resultados al momento de operar las nuevas tecnologías como herramienta de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham T. (2015). *¿Cuántos universitarios estudian ingeniería en el país?*. Recuperado de: <http://elcomercio.pe/economia/peru/cuantos-universitarios-estudian-ingenieria-pais-noticia-1842865>
- Alzamora de los Godos, L. Slide Share, La Investigación científica con el método RAP. Recuperado el 09 de marzo de 2017, de <http://www.conasin.es.tl>
- Anália Meo et al. (2009). *Enseñando a hacer entrevistas en investigación cualitativa: entre el oficio, la profesión y el arte*. Recuperado de: <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/1990>
- Anton, A. (2015). *Blog, George Washington. El Ingeniero en Topografía más célebre de la Historia*. Valencia. España. <http://www.albireotopografia.es/george-washington-el-ingeniero-en-topografia-mas-celebre-de-la-historia/>
- Armatte, M. (2004). *La introducción en Francia de los métodos de sondeo aleatorio*. Université Paris-Dauphine. UFR Économie appliquée. Recuperado de: <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/980>
- Asamblea Nacional de Rectores. (2010) *II CENSO NACIONAL UNIVERSITARIO 2010*. Recuperado de: <http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/865/503.%20II%20Censo%20Nacional%20Universitario%202010%20Principales%20resultados.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Atienza et al. (1993) *La encuesta como interacción social. Una aproximación empírica Área Investigación, S.A. UNED*. Recuperado de: <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/711>
- Ávalos-Naranjo, D. et al. (2016). *El modelo geoidal regional GGM-CA-2015, resultados y experiencia de la cooperación técnica en la región México, centroamérica y el Caribe*. Revista Cartográfica, (92), 269-293. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1918309833?accountid=45097>
- Bernabé M. et al. (2007). *La docencia universitaria sobre infraestructuras de Datos Espaciales*. ProQuest Central Pag. 17. Recuperado de: http://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/rca/RCA83_Digital.pdf#page=19
- Bosemberg, L. (2014). *Militares colombianos en la Alemania nazi, 1934-1937. Memoria Y Sociedad, 19(38)*. Recuperado de: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/memoysociedad/article/view/12541>

- Bravo L. (2010). *Geographic Information Systems Blog*. Cuenca Ecuador.
- Carbonell (2014). *Spatial-Thinking Knowledge Acquisition from Route-Based Learning and Survey Learning: Improvement of Spatial Orientation Skill with Geographic Information Science Sources*. Recuperado de <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29SU.1943-5428.0000200>
- Carrillo (2015). *Estudio sobre las Causas y efectos de las renegociaciones contractuales de las Asociaciones Público – Privadas en el Perú*. Contraloría General de la República. Gerencia de Estudios y Gestión Pública. Recuperado de: http://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/estudio/2015/Estudio_renegociaciones_contractuales_APP_.pdf
- Casanova, L. (2008). *Diseño de la carrera de topografía y Geomática para la facultad de ingeniería de la universidad de Los Andes*. *Revista Ciencia e Ingeniería*. 29(2), 2008. Caracas, VE: Red Universidad de Los Andes. Recuperado de: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliourpsp/detail.action?docID=3207248>
- Contraloría General de la República (2015). *Causas y efectos de las renegociaciones contractuales de las Asociaciones Público - Privadas en el Perú*. Recuperado de: http://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/estudio/2015/Estudio_renegociaciones_contractuales_APP_.pdf
- De la Peña, D. (2015). *Cómo se mide la exactitud de las encuestas electorales*. Polít. cult. no.44 México sep. 2015. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-77422015000200011&script=sci_arttext
- Dextre, M. (2005), *Manual de Campo de Topografía PUCP*. Lima. Perú. Recuperado de: <https://dokumen.tips/engineering/manual-de-campo-de-topografia-pucp.html>
- Franco, J. (1999). *Nociones de Topografía, Geodesia y Cartografía*. Universidad de Extremadura. https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Nociones+de+Topograf%C3%ADa%2C+Geodesia+y+Cartograf%C3%ADa.+Universidad+de+Extremadura.&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AGd4YjF2RW4AJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des
- Gallego, S. Á., y Sánchez, M. M. (2013). *Manual de topografía en ingeniería*. Valencia, ES: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/70957>

- Ganter, L. C. J. (2009). *Control topográfico túnel "Maipú - Las Trincheras" tramo III extensión línea 5 metro de Santiago*. Santiago de Chile, CL: B - Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de:
https://books.google.com.pe/books/about/Control_topogr%C3%A1fico_t%C3%BAnel_Maip%C3%BA_Las_T.html?id=qPGdnQAACAAJ&redir_esc=y
- González, C. A. M. (2013). *Lecciones de topografía y Replanteos (5a. ed.)*. Alicante, ES: ECU. Recuperado de:
[https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=Mis5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=Lecciones+de+topograf%C3%ADa+y+Replanteos+\(5a.+ed.\).+Alicante&ots=eYm63mmakl&sig=w6jTFr1E1c5AwolbiDwBTm3ijO8#v=onepage&q=Lecciones%20de%20topograf%C3%ADa%20y%20Replanteos%20\(5a.%20ed.\).%20Alicante&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=Mis5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=Lecciones+de+topograf%C3%ADa+y+Replanteos+(5a.+ed.).+Alicante&ots=eYm63mmakl&sig=w6jTFr1E1c5AwolbiDwBTm3ijO8#v=onepage&q=Lecciones%20de%20topograf%C3%ADa%20y%20Replanteos%20(5a.%20ed.).%20Alicante&f=false)
- Herrera, G. M. J., y Salas, S. J. (2007). *Metodología y desarrollo para la georreferenciación de un proyecto vial "Cuesta lo Prado"*. Santiago de Chile, CL: B - Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de:
<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=141781>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. (2014). Encuesta Nacional a Egresados Universitarios y Universidades, 2014. Recuperado de:
https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/329
- Jauregui, L. (2012). *Introducción a la topografía*. ULA. Venezuela. Recuperado de:
http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%EDA/TEMA_1.pdf
- José Guillermo, G. (2001). Consideraciones para el diseño de redes geodésicas utilizando GPS. *Revista Cartográfica*, (72), 57-73. Retrieved from
<https://search.proquest.com/docview/236499980?accountid=45097>
- Juan de Dios, C. (2005). *Implementación del sistema LIDAR, láser aerotransportado en el quehacer cartográfico*. *Revista Cartográfica*, (80), 43-50. Retrieved from
<https://search.proquest.com/docview/236501070?accountid=45097>
- Kreisle, W. (1988). *History of Engineering Surveying*. Recuperado de
<http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%290733-9453%281988%29114%3A3%28102%29>
- Martine Mespoulet (2004). *La edad de oro del sondeo en Rusia*. *Revista de Metodología de Ciencias Sociales*. N.º 7, 2004, pp. U. Recuperado de:
<http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/965/884>

- MACCAD, (2009). Llarena M. Metodología para la evaluación de la calidad de estrategias didácticas de cursos a distancia. Formación Universitaria. 2008; 1(2):45 (consultado 18 de mayo de 2009). En: <http://www.citchile.cl/revista-formacion/v1n2fu/art06.pdf>
- Mindeleff, cosmos. "Modelos topográficos". *Revista National Geographic*, julio de 1889, p. 254+. Biblioteca virtual de National Geographic, <http://tinyurl.galegroup.com/tinyurl/9dVuE7>
- Molina, M. J. (2007). *Estudio y clasificación de los parámetros influyentes en la precisión del sistema LiDAR*. Santiago de Chile, CL: B - Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=140570>
- Montes de Oca, S. (2012). *Tesis para optar al título de ingeniero agrimensor, estudio de metodologías utilizadas en relevamientos y replanteos topográficos con destino a obra lineal*. Montevideo, Uruguay. Recuperado de <http://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2012/5919/Proyecto%20de%20Grado%20MONTES%20DE%20OCA%20-%20YELICICH%20.pdf>.
- Morán (2015). *Encuesta Nacional a Egresados Universitarios y Universidades*. Instituto Nacional de Estadística e Informática Nacional. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1298/Libro.pdf
- Moreno et al. (2011). *Datos estadísticos universitarios*. Dirección de Estadística Asamblea Nacional de Rectores. https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/264/accesspolicy
- Moya, Z. J. (2010). *Implementación del servicio de datos GPS de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia*. *Uniciencia*. 24(1), 2010. San José, CR: Red Universidad Nacional de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>
- MTI. Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2008). *Manual para la Revisión de Estudios Topográficos*. Nicaragua. Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-revision-estudios-topograficos.pdf>
- Nunnally JC, Bernstein I. (1995). *Teoría psicométrica*. 3ª. ed. México: McGraw-Hill; pp. 209-281.

- OSCE. (2014). *Contratación de obras públicas. Sub Dirección de Capacidades de Desarrollo*. Material Para el Participante. Recuperado de: http://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/libro_cap2_obras.pdf
- OSCE. (2014). *Contratación de obras públicas. Sub Dirección de Capacidades de Desarrollo*. Material Para el Participante. Recuperado de: <http://prodescentralizacion.org.pe/assets/2.-%20FORTALECIMIENTO%20DE%20CAPACIDADES/2.3%20GUIAS%20E%20INSTRUMENTOS%20DE%20CAPACITACION%20Y%20ASISTENCIA%20T%C9CNICA/Manual%20de%20Contrataciones%20de%20Obras%20Publicas%20-%20OSCE%20Modulo%20II.pdf>
- Oyarzún, G. M. Á. (2007). *Método diferencial GPS en tiempo real aplicado a una red geodésica vía GPRS*. Santiago de Chile, CL: B - Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=141251>
- Oyarzún, G. M. Á. (2007). *Método diferencial GPS en tiempo real aplicado a una red geodésica vía GPRS*. Santiago de Chile, CL: B - Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=141251>
- Peralta, N. at al. (2013). *Delimitación de zonas de manejo con modelos de elevación digital y profundidad de suelo*. *Interciencia*, 38(6), 418-424. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1449791397?accountid=45097>
- Pimienta, R. (2000). *Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas*. *Política y Cultura* [en línea] 2000. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/html/267/26701313/>
- Priego, D. L. S. E. (2015). *Topografía: ejercicios de instrumentación y observaciones topográficas*. Valencia, ESPAÑA: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70618/TOC-Priego%20-%20TOPOGRAF%C3%8DA.%20EJERCICIOS%20DE%20INSTRUMENTACION%20Y%20OBSERVACIONES%20TOPOGR%C3%81FICAS.pdf?sequence=2>
- Priego, D. L. S. E. (2015). *Topografía: instrumentación y observaciones topográficas*. Valencia, ES: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>

- Polit DF, Hungler BP, (2000). Investigación científica en Ciencias de la Salud: principios y métodos. 6ª. ed. México: McGraw-Hill Interamericana; pp. 398-401.
- Quesada, M. et al. (2006). *Evaluación de la precisión vertical de un modelo de elevación digital*. *Revista Cartográfica*, (82), 137-156. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/236500804?accountid=45097>
- Rivera (2010). *Prestaciones adicionales, ampliaciones de plazo y contrataciones complementarias*. OSCE.
[http://www.osce.gob.pe/consucode/userfiles/image/Cap3_m4\(1\).pdf](http://www.osce.gob.pe/consucode/userfiles/image/Cap3_m4(1).pdf)
- Roces-Coto, P. (2014). *Alternativas económicas para la determinación de la exactitud altimétrica de MDE obtenidas mediante técnicas LiDAR*. *Revista Cartográfica*, (90), 27-41. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1696684711?accountid=45097>
- Ruiz A. (2009). *Método de encuesta: construcción de cuestionarios, pautas y Sugerencias*. Universitat de Barcelona. Institut de Ciències de l'Educació. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/REIRE/article/viewFile/131531/181353>
- Ruiz, C (2009). Confiabilidad. Programa Interinstitucional Doctorado en Educación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela (consultado 18 de mayo de 2009). En: <http://www.carlosruizbolivar.com/articulos/archivos/Curso%20CII%20%20UCLA%20Art.%20Confiabilidad.pdf>
- Serra, Miquel Estruch. (2002). Topografía para minería Subteranea. Barcelona. Editorial UPC. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=ktfCgsvI0UAC&pg=PA15&hl=es&source=gbv_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=true
- SurveyMonkey (2019). *Calculadora de muestra para proporciones*. Recuperado de: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Sturmey P, Newton JT, Cowley A, Bouras N, Holt G., (2009). The PAS-ADD checklist: Independent replication of its psychometric properties in a community sample. *British Journal of Psychiatry*, p. 319. 2005 (consultado 18 de mayo de 2009). En: <http://bjp.rcpsych.org/cgi/content/full/186/4/319>
- UADM (2019) Cartografía, Facultad de Filosofía y Letras, Módulo 9, recuperado de: http://guiadigital.uam.es/SCUAM/documentacion/fundamentos_alti.php

Fin de la Bibliografía.

ANEXOS

Anexo 1: Declaración de Autenticidad

Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación

Anexo 3: Matriz de consistencia

Anexo 4: Protocolos o Instrumentos utilizados

Anexo 1: Declaración de Autenticidad



Escuela de Posgrado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

DECLARACIÓN DEL GRADUANDO

Por el presente, el graduando: *(Apellidos y nombres)*

en condición de egresado del Programa de Posgrado:

deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:

Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.

Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.

Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.

Firma del graduando

Fecha

Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación



Escuela de Posgrado

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

**DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O DEPENDENCIA
DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN**

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):

, en condición de estudiante - investigador del Programa de:

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa:	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final	SI
		NO

Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área:	Cargo del Jefe/Responsable del área:
--	--------------------------------------

Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular:	Correo electrónico de la empresa:
---	-----------------------------------

_____ Firma

_____ Fecha

Anexo 3: Matriz de Consistencia

Tabla 39
Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA
Tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú y su relación con las deficiencias en la infraestructura de obras viales

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Variable dependiente
¿Cuáles son las tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú y su relación con las deficiencias de la infraestructura de las obras viales?	Determinar la relación entre el conocimiento de las tecnologías en topografía y las deficiencias para reducir la brecha entre ellas	El desconocimiento parcial o total de las principales tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú, genera deficiencias en los procesos inmersos en la Ingeniería vial.	Tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Deficiencias de la infraestructura de las obras viales

Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Sub-variables	Actividad	Indicadores	Indices	Metodo
1. ¿Cuáles son las principales tecnologías aplicadas para establecer su relación con sus diferentes usos y características en las obras viales en el Perú, año -2019?	1. Determinar las principales tecnologías aplicadas en Topografía para establecer su relación con sus diferentes usos y características en las obras viales en el Perú, año -2019	1. Al determinar las principales tecnologías aplicadas en Topografía se establecen los diferentes usos y sus características en las obras viales del Perú, año -2019.	Principales tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Herramienta Entrevista: Se realizarán entrevistas a las casas más importantes de diferentes proveedores de Tecnología en Topografía, identificando las más vendidas y trascendentes en los últimos 05 años.	Tipos de Tecnologías	Tipos de Tecnología en topografía existente en el Perú. Identificación de la oportunidad de capacitar al personal operador de dichas tecnologías.	Metodo: Investigación de tipo deductivo, con orientación Aplicada, enfoque Cualitativo, con recolección de datos prolectiva. Tipó: Descriptivo.
2. ¿Cuáles son las principales deficiencias presentadas en la infraestructura de las obras viales en el Perú, año-2019?	2. Determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, para establecer las diferencias en coordenadas planimétricas y altimétricas en las obras viales en el Perú, año-2019.	2. Al determinar las principales deficiencias presentadas en la infraestructura, se establecen las diferencias en coordenadas y cotas en las obras viales en el Perú, año-2019.	Principales deficiencias en Infraestructura Vial	Herramienta Entrevista: Se realizarán entrevistas a diferentes expertos reconocidos con dos objetivos: 1. Identificar a su juicio las principales deficiencias presentadas en Infraestructura Vial. 2. Avalar la herramienta de Encuesta a realizar a los estudiantes de últimos ciclos de Ingeniería.	Identificación de los errores en Topografía Aval de la Herramienta	Identificación de los errores más comunes que se presentan en Topografía en la Ingeniería Vial. Incidencia aproximada de errores en Topografía que generan adicionales. Identificación de los parámetros que deben evaluarse con respecto a las tecnologías en Topografía. Identificación de la necesidad de incorporar dichas exigencias en la normativa Peruana. Aval de la herramienta (Constructo) por parte de dichos expertos	Nivel: Explicativo. Diseño: Clasificación del diseño según el propósito es no experimental - Observacional, según la cronología: Prospectiva. Estudio del diseño según direccionalidad: Entrevista y Encuesta Transversal.
3. ¿Cuál es el conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura de obras viales en el Perú, año-2019?	3. Determinar el nivel de conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura para establecer si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para las obras viales en el Perú, año-2019.	3. Al determinar el nivel de conocimiento de las tecnologías Topográficas y su relación en la infraestructura se establece si los profesionales cuentan con las competencias necesarias para las obras viales en el Perú, año-2019.	Conocimiento de las tecnologías en Topografía por parte de los estudiantes de Ingeniería Civil	Herramienta Encuesta: Se elaborará una encuesta con la información anteriormente obtenida, con la cual se preguntará a una cantidad representativa de estudiantes de último ciclo de Ingeniería Civil, con el fin de obtener el nivel de conocimiento de las tecnologías en Topografía.	Identificación de la importancia de la Topografía. Conocimiento de las tecnologías en Topografía Necesidad de la capacitación en dichas Tecnologías.	- Identificación de la sensación de importancia de la Topografía en la práctica de la Ingeniería Vial. - Conocimiento de la tecnología LIDAR en la práctica de la topografía - Identificación de los elementos usados en las prácticas de campo de Topografía. - Conocimiento de la tecnología láser en la práctica de la topografía. - Identificación de los equipos de última generación enseñados en la Universidad. - Conocimiento de la tecnología del DRON en la práctica de la topografía. - Identificación de la sensación de ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía y sus instrumentos actualizados. - Identificación de la necesidad de la capacitación en las	Se aplicará como instrumento un cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas, con valores politómicos y discretos, acerca del conocimiento sobre las tecnologías en topografía relacionadas con la Ingeniería Vial. Se realizarán 380 encuestas.

Matriz De Operacionalizacion

Tabla 40
Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION
Tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú y su relación con las deficiencias en la infraestructura de obras viales

Variable Independiente	Variable dependiente	Variable interviniente
Cualitativa - Ordinal	Cualitativa - Ordinal	Cualitativa - Nominal
Tecnologías aplicadas en Topografía en el Perú	Deficiencias de la infraestructuras	Obras viales

Sub-variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Indices	Actividad
Principales tecnologías utilizadas en Topografía en el Perú	Tecnología en Topografía: Herramientas usadas en Topografía y que se encuentran en la vanguardia de los últimos adelantos tecnológicos a nivel mundial, como ejemplo se tienen algunos de los sistemas tecnológicos y que se vuelven indispensables para el desarrollo de la profesión topográfica como los sistemas de posicionamiento global, teledetección, dispositivos móviles y la fotogrametría.	Cada una de las tecnologías en Topografía existentes en el Perú, identificadas mediante encuesta. Desde las mas simples hasta las mas complicadas.	Tipos de Tecnologías	Tipos de Tecnología en topografía existente en el Perú. Identificación de la oportunidad de capacitar al personal operador de dichas tecnologías.	Herramienta Entrevista: Se realizarán entrevistas a las casas más importantes de diferentes proveedores de Tecnología en Topografía, identificando las más vendidas y trascendentes en los últimos 05 años.
Principales deficiencias en Infraestructura Vial	Deficiencias en la Infraestructura vial: Deficiencias que se presentan en las vías bajo las dos categorías urbana y rural. Dichas deficiencias pueden ser de índole preconstructiva o post constructiva.	Deficiencias en la Infraestructura vial: Deficiencias que se presentan en las vías bajo las dos categorías urbana y rural. Dichas deficiencias pueden ser de índole preconstructiva o post constructiva.	Deficiencias en obras viales	Identificación de los errores más comunes que se presentan en Topografía en la Ingeniería Vial. Incidencia aproximada de errores en Topografía que generan adicionales. Identificación de los parámetros que deben evaluarse con respecto a las tecnologías en Topografía. Identificación de la necesidad de incorporar dichas exigencias en la normativa Peruana. Aval de la herramienta (Constructo) por parte de dichos expertos	Herramienta Entrevista: Se realizarán entrevistas a diferentes expertos reconocidos con dos objetivos: 1. Identificar a su juicio las principales deficiencias presentadas en Infraestructura Vial. 2. Avalar la herramienta de Encuesta a realizar a los estudiantes de últimos ciclos de Ingeniería.
Conocimiento de las tecnologías en Topografía	Conocimiento de las tecnologías en Topografía	Conocimiento de las tecnologías en Topografía. Importancia de la topografía y su aplicación en la Ingeniería. Conocimiento de las tecnologías LASER. Conocimiento de las tecnologías DRON.	Conocimiento	- Identificación de la sensación de importancia de la Topografía en la práctica de la Ingeniería Vial. -.Conocimiento de la tecnología LIDAR en la práctica de la topografía -. Identificación de los elementos usados en las prácticas de campo de Topografía. -. Conocimiento de la tecnología láser en la práctica de la topografía. -. Identificación de los equipos de última generación enseñados en la Universidad. -. Conocimiento de la tecnología del DRON en la práctica de la topografía.	Herramienta Encuesta: Se elaborará una encuesta con la información anteriormente obtenida, con la cual se preguntará a una cantidad representativa de estudiantes de último ciclo de Ingeniería Civil, con el fin de obtener el nivel de conocimiento de las tecnologías en Topografía.

Anexo 4: Protocolos o instrumentos utilizados

Entrevista a casas de Venta Equipos Topográficos

Estas Entrevistas están en formato filmográfico adjunto en un CD.

Entrevista a Expertos

Estas Entrevistas están en formato filmográfico adjunto en un CD.

Tabla 41 Encuesta
Encuesta

Universidad

Sexo

Encuesta

1	Desde su perspectiva, ¿Qué tan importante es la materia de Topografía en la práctica de la Ingeniería Vial?			
	<input type="text" value="Muy Importante"/>	<input type="text" value="Importante"/>	<input type="text" value="Poco Importante"/>	<input type="text" value="Nada Importante"/>
...				
2	¿Indique cual de estos elementos ha usado en las prácticas de campo de Topografía? (indique la más relevante)			
	<input type="text" value="GPS"/>	<input type="text" value="Estación Total"/>	<input type="text" value="Teodolito digital"/>	<input type="text" value="Teodolito colimador"/>
...				
3	¿Qué tanto conoce usted la tecnología láser en la práctica de la topografía?			
	<input type="text" value="Tengo formación en el tema"/>	<input type="text" value="No tengo formación pero la manejo"/>	<input type="text" value="La he oído mencionar"/>	<input type="text" value="No la conozco"/>
...				
4	¿Cuál de estos equipos de última generación le enseñaron en la Universidad?			
	<input type="text" value="GPS Estacionario"/>	<input type="text" value="GPS Rover"/>	<input type="text" value="GPS de mano"/>	<input type="text" value="Ninguno de los anteriores"/>
...				
5	¿Qué tanto conoce usted la tecnología LIDAR en la práctica de la topografía?			
	<input type="text" value="Tengo formación en el tema"/>	<input type="text" value="No tengo formación pero la manejo"/>	<input type="text" value="La he oído mencionar"/>	<input type="text" value="No la conozco"/>
...				
6	¿Qué tanto conoce usted la tecnología del DRON en la práctica de la topografía?			
	<input type="text" value="Tengo formación en el tema"/>	<input type="text" value="No tengo formación pero la manejo"/>	<input type="text" value="La he oído mencionar"/>	<input type="text" value="No la conozco"/>
...				
7	¿Cree usted que existe ausencia de textos de consulta relacionados con la Topografía y sus instrumentos actualizados?			
	<input type="text" value="Si"/>	<input type="text" value="No"/>	<input type="text" value="No Sabe"/>	<input type="text" value="No responde"/>
....				
8	¿Cree usted importante que las universidades implementen capacitaciones en las nuevas tecnologías en topografía?			
	<input type="text" value="Si"/>	<input type="text" value="No"/>	<input type="text" value="No Sabe"/>	<input type="text" value="No responde"/>
....				

Fuente: Elaboración propia.