

Desarrollo de guías prácticas para la enseñanza de la Geomática: integración de ArcGIS PRO y Escáner Láser Terrestre (TLS) mediante estrategias pedagógicas activas en la escuela de Ingeniería Civil de la UIS.

Roberto Jose Tamara Corredor

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniera Civil

Director

Jhon Jairo Cáceres Jimenez

Ph.D. in Civil and Coastal Engineering

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

Año 2025

Dedicatoria

Con cariño para mi nona Felso, mi nono Hermes y mi tío Patrocinio, quienes partieron de este mundo, pero siguen viviendo en mi corazón. Estoy seguro de que se sentirían muy orgullosos de este logro. Siempre los recordaré con amor y gratitud por sus enseñanzas.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mis padres, Yamile Corredor y José Tamara, por la confianza depositada en mí. Su apoyo y compañía fueron parte fundamental de todo este proceso. Gracias por los valores que me inculcaron y por motivarme siempre a seguir adelante y ser una mejor persona.

A mis hermanos y a toda mi familia, por el amor y el cariño que me han brindado en cada etapa de mi vida.

A mi novia Kely, por acompañarme a lo largo de este camino. Gracias por estar presente en los buenos y malos momentos y por creer siempre en mí.

A mis amigos: a Brayan, por ser siempre una persona genuina y transparente; a César, por enseñarme la importancia de creer en mí y en mis capacidades; a Gaby, por su incondicionalidad y organización, de quien aprendí tanto; y a Jhon, porque a través de una sana competencia siempre nos motivamos a ser mejores. Gracias a todos por acompañarme y por enseñarme que en la universidad se encuentran amistades para toda la vida.

A la Señora Diana y a sus hijos, Sofía y David, por abrirme las puertas de su hogar y recibirme como uno más en su familia.

A todos mis profesores, y en especial a mi director de trabajo de grado, el profesor Jhon, por su dedicación y acompañamiento a lo largo de este proceso, que estuvo lleno de valiosas experiencias y aprendizajes.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Introducción | 13 |
| 1. Objetivos..... | 16 |
| 1.1. Objetivo General..... | 16 |
| 1.2. Objetivos Específicos..... | 16 |
| 2. Marco de referencia | 17 |
| 2.1. Antecedentes | 17 |
| 2.2 Metodologías activas de aprendizaje | 18 |
| 2.3 El uso de las TIC en la Educación. | 19 |
| 3. Metodología | 20 |
| 3.1. Fase 1: Apropriación conceptual y técnica de ArcGIS Pro y Escáner Láser Terrestre (TLS).20 | 20 |
| 3.2. Fase 2. Diseño y elaboración de guías prácticas..... | 21 |
| 3.3. Fase 3. Integración pedagógica y diseño de entornos de aprendizaje mixtos..... | 21 |
| 4. Resultados..... | 23 |
| 4.1. Apropiación conceptual y técnica de ArcGIS Pro y Escáner Láser Terrestre (TLS). | 23 |
| 4.1.1 Revisión del software ArcGIS Pro..... | 23 |
| 4.1.2 Revisión y selección de guías para rediseñar..... | 27 |
| 4.1.3 Revisión del Escáner Láser Riegl VZ-400..... | 29 |
| 4.2 Desarrollo de guías prácticas. | 30 |
| 4.2.1 Guías prácticas de ArcGIS Pro. | 30 |
| 4.2.2 Guías prácticas con el Escáner Láser Riegl VZ-400. | 32 |
| 4.2.2.1 Guía de aplicación: Patrón de escaneo Rectangular FOV. | 33 |
| 4.2.2.2 Simulador de variables de rendimiento para el Escáner Láser RIEGL VZ-400..... | 37 |
| 4.2.2.3 Guía de aplicación: Visualización y clasificación de una nube de puntos. | 39 |
| 4.3 Integración pedagógica y diseño de entornos de aprendizaje mixtos. | 41 |
| 4.3.1 Organización del Aula Virtual de Aprendizaje..... | 42 |
| 4.3.2. Metodología de trabajo con ArcGIS Pro | 43 |
| 4.3.3. Metodología de trabajo con el Escáner Láser Riegl VZ-400..... | 46 |
| 4.4 Resultados de las encuestas de percepción estudiantil en la asignatura de Geomática. | 48 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.1 Contextualización y estructura de las encuestas..... | 48 |
| 4.4.2 Resultados de la encuesta sobre la implementación de las Guías de ArcGIS Pro..... | 49 |
| 4.4.3 Resultados de la encuesta sobre la implementación de la guía del Escáner Riegl VZ-400. 51 | |
| 5. Conclusiones..... | 52 |
| 6. Recomendaciones..... | 54 |
| Referencias Bibliográficas..... | 55 |
| Apéndices..... | 58 |

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1 Revisión y selección de guías prácticas de ArcMap para adaptación a ArcGIS Pro..... 28

Lista de Figuras

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1 Comparativa de interfaz entre ArcMap (arriba) y ArcGIS Pro (abajo)..... | 24 |
| Figura 2 Animación ilustrativa del proceso de recolección de datos..... | 29 |
| Figura 3 Encabezado de una guía práctica de ArcGIS Pro..... | 31 |
| Figura 4 Fragmento del desarrollo de una guía con instrucciones paso a paso..... | 31 |
| Figura 5 Ejemplo de ejercicios de aplicación..... | 32 |
| Figura 6 Estructura de la Guía: Patrón de Escaneo Rectangular FOV..... | 34 |
| Figura 7 Fórmulas de variables de rendimiento en el patrón de escaneo Rectangular FOV..... | 34 |
| Figura 8 Ejercicio planteado: Estimación de variables de rendimiento..... | 35 |
| Figura 9 Solución del ejercicio a partir de preguntas orientadoras..... | 35 |
| Figura 10 Ejercicio planteado: Estimación de parámetros iniciales de un levantamiento..... | 36 |
| Figura 11 Visualización de una nube de puntos en el software QT Reader..... | 37 |
| Figura 12 Código del simulador en Visual Studio Code..... | 38 |
| Figura 13. Estructura de la Guía: Visualización y clasificación de una nube de puntos..... | 40 |
| Figura 14. Fragmento de la sección metodológica con pasos e ilustraciones..... | 40 |
| Figura 15. Ejemplo de ejercicios propuestos en la guía..... | 41 |
| Figura 16 Estructura temática del Aula Virtual en la cátedra de Geomática..... | 42 |
| Figura 17 Presentación de los datos y la guía del Ejercicio 1-2-3 en el aula virtual..... | 43 |
| Figura 18 Mosaico de mapas entregados por los estudiantes en el Ejercicio 1-2-3..... | 44 |
| Figura 19. Pregunta y resultados del quiz: Selección por atributos en ArcGIS Pro..... | 45 |
| Figura 20. Pregunta y resultados del quiz: Paso angular de un levantamiento..... | 47 |

Lista de Apéndices

| | pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Apéndice A. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 1-2-3_ Impresión de mapas | 58 |
| Apéndice B. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 4_ Manejo de información alfanumérica | 58 |
| Apéndice C. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 5_ Búsquedas y consultas espaciales | 58 |
| Apéndice D. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 6_ Geoprocesamiento | 58 |
| Apéndice E. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 7_ Afectación predial | 58 |
| Apéndice F. Guía de Escáner Láser: Guía 1_ Patrón de Levantamiento Rectangular FOV | 58 |
| Apéndice G. Guía de Escáner Láser Guía 2_ Visualización y clasificación de nubes de puntos.. | 58 |
| Apéndice H. Resultados de las encuestas | 58 |

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Glosario

ArcGIS Pro: Es un software de sistemas de información geográfica (SIG) desarrollado por Esri (Environmental Systems Research Institute). Constituye la versión más reciente y avanzada de la plataforma ArcGIS para trabajar con datos espaciales en entornos de escritorio. Esta aplicación SIG profesional ofrece plenas funcionalidades para visualizar, analizar, editar y compartir información geográfica de manera eficiente (Esri, s. f.).

Escáner Láser Terrestre (TLS): Es una tecnología que emplea pulsos láser para medir distancias y generar nubes de puntos tridimensionales de alta precisión. A partir de estos datos se obtienen modelos digitales detallados de edificaciones, terrenos o estructuras naturales, que permiten representar con exactitud la geometría del entorno (Calders et al., 2020).

Geomática: Es una disciplina que combina tecnologías y metodologías para la captura, procesamiento, análisis y representación de información geoespacial. Su aplicación abarca diversas áreas como la cartografía, la topografía y la gestión territorial, facilitando la automatización y optimización de procesos mediante herramientas digitales (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2020).

Material didáctico: Se define como el conjunto de recursos físicos o virtuales que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su función principal es despertar el interés de los estudiantes, adaptarse a sus características y servir de apoyo en la adquisición de conocimientos. El uso adecuado del material didáctico favorece la construcción de aprendizajes significativos, al convertirse en una herramienta esencial para la mediación pedagógica y la implementación efectiva de estrategias educativas (Orozco & Henao, 2013).

Metodologías activas de aprendizaje: Este enfoque pedagógico promueve el aprendizaje basado en la experiencia, donde el estudiante adquiere conocimientos a través de la práctica y la resolución de problemas. Su implementación busca mejorar la comprensión y aplicación de conceptos en entornos académicos y profesionales (Rodríguez Serrano, Maya Restrepo, & Jaén Posada, 2012).

Modelado 3D: el modelado tridimensional consiste en la creación de representaciones digitales de objetos físicos mediante software especializado. Su aplicación permite generar reconstrucciones precisas del entorno, facilitando estudios geoespaciales, simulaciones y visualización avanzada de datos (Ingenia SM, 2024).

Objetos virtuales de aprendizaje (OVAS): Son recursos digitales que integran contenido educativo y actividades interactivas para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Promueven el aprendizaje activo y autónomo, apoyando el desarrollo de conceptos en entornos presenciales y virtuales (Medina, Medina & Rojas, 2016).

Sistemas de información geográfica (SIG): Son herramientas que permiten capturar, almacenar, analizar y visualizar datos espaciales. Facilitan la gestión de información geográfica y son fundamentales en ámbitos como la planificación urbana, la gestión ambiental y la cartografía (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, s. f.).

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC): Las TIC engloban herramientas digitales que facilitan la producción, almacenamiento y transmisión de información en diversos formatos, como texto, imagen y sonido. Su incorporación en la educación y en el ámbito profesional ha transformado la manera en que se accede y gestiona el conocimiento (Ortí, 2011).

Resumen

Título: Desarrollo de guías prácticas para la enseñanza de la geomática: integración de ArcGIS PRO y Escáner Láser Terrestre (TLS) mediante estrategias pedagógicas activas en la escuela de Ingeniería Civil de la UIS.*

Autor: Roberto Jose Tamara Corredor**

Palabras Clave: Geomática, ArcGIS Pro, Escáner láser terrestre (TLS) , Metodologías activas de aprendizaje, Tecnologías geoespaciales, Material didáctico, Ingeniería Civil.

Descripción: La práctica académica desarrollada en la cátedra de Geomática de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander (UIS) tuvo como propósito principal fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la incorporación de tecnologías geoespaciales avanzadas. El trabajo inició con la revisión del plan de estudios y del enfoque pedagógico de la asignatura, lo que permitió identificar necesidades relacionadas con la actualización curricular y la integración de nuevas herramientas como ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre (TLS), cuyas funcionalidades de captura, procesamiento y modelado tridimensional de datos representan un avance significativo para la formación de los estudiantes en el campo geoespacial.

A partir de este diagnóstico, se diseñaron y estructuraron recursos pedagógicos en forma de guías prácticas orientadas al uso de ArcGIS Pro y del escáner láser terrestre (TLS), los cuales fueron complementados con materiales digitales alojados en el Aula Virtual de Aprendizaje de la UIS. Estos objetos de aprendizaje se fundamentaron en metodologías activas y en el uso de TIC, con actividades enfocadas en la generación de modelos tridimensionales, el procesamiento y análisis de datos espaciales, y la visualización cartográfica aplicada a la Ingeniería Civil.

El desarrollo de estas actividades permitió disponer de materiales innovadores que apoyan el aprendizaje significativo de los estudiantes y contribuyen a la actualización curricular de la asignatura. Asimismo, el proyecto evidenció la importancia de integrar herramientas de vanguardia en la enseñanza de la Geomática, no solo como medio para optimizar procesos constructivos y de gestión territorial, sino también como estrategia pedagógica que prepara a los futuros ingenieros civiles para enfrentar los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial y la transformación digital.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Jhon Jairo Caceres Jimenez. Ph.D. in Civil and Coastal Engineering.

Abstract

Title: Development of Practical Guides for Teaching Geomatics: Integration of ArcGIS Pro and Terrestrial Laser Scanner (TLS) through Active Pedagogical Strategies in the School of Civil Engineering at UIS.*

Author: Roberto Jose Tamara Corredor**

Key Words: Geomatics, ArcGIS Pro, Terrestrial Laser Scanner (TLS), Active Learning Strategies, Geospatial Technologies, Educational Material, Civil Engineering.

Description: The academic practice carried out in the Geomatics course of the School of Civil Engineering at the Universidad Industrial de Santander (UIS) aimed primarily to strengthen the teaching–learning process through the incorporation of advanced geospatial technologies. The work began with a review of the course curriculum and pedagogical approach, which made it possible to identify needs related to curricular updating and the integration of new tools such as ArcGIS Pro and the Terrestrial Laser Scanner (TLS). Their capabilities for data capture, processing, and three-dimensional modeling represent a significant advancement in student training within the geospatial field.

Based on this diagnosis, pedagogical resources were designed and structured in the form of practical guides focused on the use of ArcGIS Pro and the Terrestrial Laser Scanner (TLS), complemented by digital materials hosted on the UIS Virtual Learning Environment. These learning objects were grounded in active learning methodologies and the use of ICT, with activities centered on generating three-dimensional models, processing and analyzing spatial data, and producing cartographic visualizations applied to Civil Engineering.

The development of these activities resulted in innovative materials that support students' meaningful learning and contribute to the curricular updating of the course. Furthermore, the project highlighted the importance of integrating cutting-edge tools into the teaching of Geomatics, not only as a means to optimize construction processes and territorial management, but also as a pedagogical strategy to prepare future civil engineers to meet the challenges of the Fourth Industrial Revolution and digital transformation.

* Degree Work

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Jhon Jairo Caceres Jimenez. Ph.D. in Civil and Coastal Engineering.

Introducción

La Cuarta Revolución Industrial ha transformado profundamente la forma en que las sociedades almacenan, procesan y utilizan la información. Impulsada por tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial, la computación en la nube, el internet de las cosas y la automatización, esta revolución ha redefinido la economía global y la dinámica de múltiples sectores productivos y académicos (Inés et al., 2020). En este contexto, el acceso y procesamiento de grandes volúmenes de datos se han convertido en aspectos fundamentales para la toma de decisiones y la optimización de procesos. Como resultado, el Big Data ha emergido como un pilar esencial, no solo en términos de almacenamiento masivo, sino también en el desarrollo de metodologías avanzadas para la recolección, análisis y aplicación de información.

Dentro de este panorama digital, la Ingeniería Civil enfrenta nuevos desafíos relacionados con la gestión eficiente de grandes volúmenes de datos. La planificación de proyectos de infraestructura, la administración de recursos hídricos y la gestión territorial dependen del uso de tecnologías avanzadas que permitan capturar y analizar información con precisión. En respuesta, la Geomática ha surgido como disciplina esencial al proporcionar herramientas para la captura, almacenamiento y análisis de datos geospaciales de manera automatizada (Serna Editor, 2017). Su carácter transversal fortalece áreas clave como la cartografía, la gestión territorial y la topografía, y contribuye en campos como la hidrología, la geotecnia y el transporte.

El avance de esta disciplina ha estado estrechamente ligado al desarrollo de tecnologías cada vez más sofisticadas. En particular, el escáner láser terrestre (TLS) ha revolucionado la captura y análisis de datos espaciales al permitir modelos tridimensionales de alta precisión (Varbla et al., 2021). Sin embargo, la masificación de datos derivados de estas tecnologías ha hecho indispensable el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para organizar y analizar la información (Seredovich et al., 2022). Entre ellos, ArcGIS Pro se ha consolidado como una de las plataformas más innovadoras, gracias a sus capacidades en visualización 3D, procesamiento de datos y automatización de flujos de trabajo, con aplicaciones documentadas en estudios internacionales como el análisis de morfología fluvial en Eslovaquia (Arifjanov et al., 2022).

En Colombia, el uso de tecnologías geoespaciales ha comenzado a transformar sectores estratégicos. En Bogotá, por ejemplo, se han empleado sistemas LiDAR para el monitoreo urbano y la actualización catastral, demostrando su potencial en la generación de modelos digitales precisos para la planificación territorial (Upegui & Gómez, 2017). Atendiendo a estos avances, la cátedra de Geomática de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander (UIS) adelanta un proceso de reforma curricular orientado a la integración de estas herramientas, con el fin de preparar a los futuros profesionales frente a los desafíos de la transformación digital (Yeomans-Galli et al., 2023).

En este contexto, resulta fundamental diseñar material pedagógico que fortalezca el proceso de enseñanza-aprendizaje. La pregunta central que guía este trabajo es: ¿Cómo integrar de manera efectiva tecnologías geoespaciales avanzadas como ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre (TLS) en la cátedra de Geomática de la EIC-UIS, promoviendo el aprendizaje

significativo y el desarrollo de competencias en el tratamiento de datos espaciales? Para responderla, se diseñaron guías prácticas basadas en metodologías activas y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), orientadas a un aprendizaje dinámico y efectivo (Rodríguez Serrano, Maya Restrepo, & Jaén Posada, 2012). De este modo, el trabajo busca contribuir a la formación de profesionales con competencias que les permitan enfrentar los desafíos del campo geoespacial y aportar al desarrollo de la sociedad.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Desarrollar material didáctico en forma de guías prácticas orientadas a la enseñanza de la Geomática, integrando el uso de ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre (TLS) mediante estrategias pedagógicas activas.

1.2. Objetivos Específicos

Rediseñar pedagógicamente guías prácticas que permitan la transición al software ArcGIS Pro, incorporando sus funcionalidades y herramientas más relevantes para la enseñanza de la Geomática.

Desarrollar guías prácticas que introduzcan a los estudiantes en el uso de tecnologías TLS, facilitando su apropiación conceptual y técnica mediante actividades aplicadas.

Incorporar principios pedagógicos en el diseño de las guías, promoviendo metodologías activas que fomenten la comprensión, el análisis crítico y la resolución de problemas espaciales.

2. Marco de Referencia

2.1. Antecedentes

La enseñanza de la Ingeniería Civil ha evolucionado significativamente con el avance de la tecnología, particularmente en áreas como la Geomática, dado el creciente poder informático para el procesamiento masivo de información (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2020). Tradicionalmente, en la cátedra de Geomática de la EIC-UIS se ha hecho un énfasis en el uso de software de Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente ArcGIS de Esri, para actividades prácticas orientadas al análisis y gestión de datos espaciales. Sin embargo, con la transición hacia ArcGIS Pro, surge la necesidad de actualizar los materiales didácticos para garantizar una enseñanza efectiva y alineada con las capacidades avanzadas de este software.

Además, el contexto actual de la disciplina demanda la inclusión de tecnologías geoespaciales avanzadas como el escaneo láser terrestre (TLS). Estas herramientas han revolucionado la manera en que se capturan, procesan y analizan datos espaciales, ampliando las posibilidades de aplicación en la Ingeniería Civil y demandando competencias técnicas más especializadas. En consecuencia, la cátedra de Geomática enfrenta el desafío de integrar estas innovaciones tecnológicas en su currículo para responder a las demandas del ámbito profesional en constante evolución.

El uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación ha demostrado ser clave para modernizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, promoviendo una mayor interacción con la información y facilitando el acceso a recursos educativos actualizados (Ferro Soto, 2009). En el ámbito de la Geomática, estas herramientas no solo permiten la simulación de escenarios reales y el procesamiento de grandes volúmenes de datos espaciales, sino

que también fortalecen habilidades técnicas esenciales para la Ingeniería Civil. Por tanto, la integración de TIC y tecnologías geoespaciales avanzadas no solo responde a las exigencias de la industria, sino que también facilita la adaptación de los estudiantes a los avances tecnológicos y a los desafíos emergentes de la disciplina.

Este panorama plantea la necesidad de renovar el enfoque pedagógico y el material didáctico en la cátedra de Geomática, transitando de una enseñanza centrada principalmente en software SIG hacia una formación más integral que abarque el uso de tecnologías avanzadas geoespaciales. De este modo, se busca no solo actualizar el contenido académico, sino también fomentar el desarrollo de competencias analíticas y técnicas que preparen a los futuros ingenieros civiles para enfrentar los retos actuales de la gestión y análisis de datos espaciales.

2.2 Metodologías activas de aprendizaje

Las metodologías activas de aprendizaje representan un cambio de paradigma en la educación, desplazando el modelo tradicional centrado en la transmisión unidireccional de conocimientos hacia un enfoque en el que el estudiante se convierte en protagonista de su propio proceso formativo. En este sentido, el propósito es fomentar y garantizar un compromiso individual, logrando que los alumnos sean protagonistas de su aprendizaje y lo construyan formándose criterios propios (Gargallo, 2009). El docente asume el rol de facilitador y guía, generando entornos en los que el aprendizaje se produce a través de la experiencia, la reflexión y la resolución de problemas reales.

En el campo de la ingeniería, estas metodologías han demostrado su efectividad para fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de aplicar conocimientos teóricos en contextos prácticos. Estrategias como el trabajo colaborativo, el aprendizaje por proyectos, el

aprendizaje basado en problemas y el uso de simulaciones digitales permiten a los estudiantes enfrentarse a situaciones similares a las que encontrarán en su ejercicio profesional.

En el caso de la Geomática, la implementación de metodologías activas resulta especialmente pertinente debido a la naturaleza práctica y tecnológica de la disciplina. La interacción directa con herramientas como ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre (TLS) ofrece a los estudiantes oportunidades para explorar datos reales, tomar decisiones técnicas y proponer soluciones a problemas geoespaciales.

2.3 El uso de las TIC en la Educación.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han transformado de manera radical los procesos educativos, ofreciendo nuevas formas de acceder, producir y compartir conocimiento. En el contexto universitario, su integración no se limita a la digitalización de contenidos, sino que implica una reconfiguración de las estrategias pedagógicas y de los entornos de aprendizaje. Estas herramientas pueden colaborar en la innovación socio-tecnológico-educativa, favoreciendo experiencias formativas más flexibles, interactivas y adaptadas a las necesidades de los estudiantes (Fainholc, 2008).

Las TIC comprenden todas las herramientas, procesos y apoyos orientados a mejorar y optimizar la comunicación humana, además de facilitar la diversificación y flexibilización de las oportunidades de aprendizaje en cualquier lugar y momento, atendiendo a las diferencias individuales y de grupo.

3. Metodología

Esta práctica docente se estructuró en tres fases principales, cada una compuesta por actividades orientadas al cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto. La fase 1 se centró en la apropiación conceptual y técnica del software ArcGIS Pro y del escáner láser terrestre (TLS), mediante la revisión bibliográfica, la exploración de sus principales funcionalidades y el reconocimiento de las herramientas disponibles. La fase 2 correspondió al diseño y elaboración de las guías prácticas. En el caso de ArcGIS Pro, se identificaron las guías previamente desarrolladas en ArcMap que requerían adaptación al nuevo entorno de trabajo. En cuanto al TLS, se planificaron las funcionalidades clave a abordar y las actividades prácticas que se ejecutaron. A partir de esta planeación, se elaboraron guías que integraron contenidos teóricos y prácticos. Finalmente, la fase 3 se enfocó en la integración pedagógica de las guías mediante el diseño de actividades orientadas a fomentar el aprendizaje activo, el análisis crítico y la resolución de problemas espaciales. Esta etapa incluyó la estructuración de un entorno de aprendizaje mixto, que combinó espacios físicos (demostraciones prácticas de funcionamiento del equipo) con objetos de aprendizaje disponibles en el Aula Virtual de Aprendizaje. Aunque respondió principalmente al tercer objetivo específico, su carácter transversal permitió consolidar el enfoque pedagógico implementado a lo largo de todo el proceso.

3.1. Fase 1: Apropiación conceptual y técnica de ArcGIS Pro y Escáner Láser Terrestre (TLS).

En esta etapa se fortaleció la comprensión y manejo de las herramientas clave para la enseñanza de la Geomática: el software ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre (TLS). Para ello,

se realizó una revisión bibliográfica sobre fundamentos técnicos y pedagógicos, consultando manuales y documentación oficial.

En el caso de ArcGIS Pro, se analizaron sus funcionalidades en relación con ArcMap, identificando las guías previas que requerían actualización. Para el TLS se estudiaron los principios físicos de su funcionamiento y se llevaron a cabo sesiones prácticas con el escáner RIEGL VZ-400, abordando protocolos de captura de datos y visualización básica mediante los softwares como RiSCAN PRO, QT Reader y ArcScene.

3.2. Fase 2. Diseño y elaboración de guías prácticas.

Con base en los conocimientos adquiridos en la fase anterior, se diseñaron guías orientadas a la apropiación del software ArcGIS Pro y del TLS por parte de los estudiantes. Cada guía se estructuró en formato digital (PDF) e incluyó una introducción conceptual, procedimientos paso a paso, ejercicios prácticos y preguntas orientadoras para promover la reflexión crítica.

Las actividades de ArcGIS Pro se centraron en la visualización de capas, la elaboración de mapas temáticos y el desarrollo de análisis espaciales básicos, mientras que las de TLS abordaron la planificación de levantamientos y visualización de nube de puntos. Los materiales se enriquecieron con capturas de pantalla, esquemas explicativos y enlaces a recursos digitales complementarios que apoyan el aprendizaje autónomo.

3.3. Fase 3. Integración pedagógica y diseño de entornos de aprendizaje mixtos.

Finalmente, se consolidó la propuesta didáctica mediante la integración de las guías en un entorno de aprendizaje mixto, combinando prácticas presenciales y recursos virtuales. En el aula de clase se desarrollaron sesiones prácticas con el TLS, permitiendo el reconocimiento del equipo por parte del estudiante y sus principales funcionalidades. Paralelamente, en el Aula Virtual de la UIS se alojaron las guías y recursos digitales, permitiendo el acceso asincrónico a los contenidos.

Las estrategias pedagógicas aplicadas se basaron en metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la simulación, que facilitaron el desarrollo de competencias técnicas y teóricas. Asimismo, el uso de TIC garantizó la actualización continua de los materiales y un proceso formativo flexible, accesible y centrado en el aprendizaje significativo.

4. Resultados

4.1. Apropiación conceptual y técnica de ArcGIS Pro y Escáner Láser Terrestre (TLS).

La primera fase tuvo como propósito reforzar los conocimientos técnicos y conceptuales necesarios para integrar de forma efectiva ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre (TLS) en la cátedra de Geomática. Más que una simple actualización de contenidos, se buscó identificar el potencial de estas herramientas para potenciar las competencias geoespaciales de los estudiantes y enriquecer la dinámica de aprendizaje del curso.

En el caso de ArcGIS Pro, el trabajo se centró en reconocer sus diferencias respecto a ArcMap, explorando a fondo sus nuevas funciones y capacidades para optimizar los procesos de análisis y visualización espacial. Este análisis condujo a la revisión de las guías prácticas utilizadas en años anteriores, con el objetivo de seleccionar aquellas con mayor impacto pedagógico y mejor potencial de adaptación al nuevo entorno.

Así mismo, se inició la exploración del TLS, comprendiendo sus principios de funcionamiento y sus aplicaciones en levantamientos geoespaciales reales. Familiarizarse con sus componentes y capacidades permitió valorar su papel como complemento de las actividades tanto en el aula como en el trabajo de campo, sentando así una base sólida para su futura incorporación al curso.

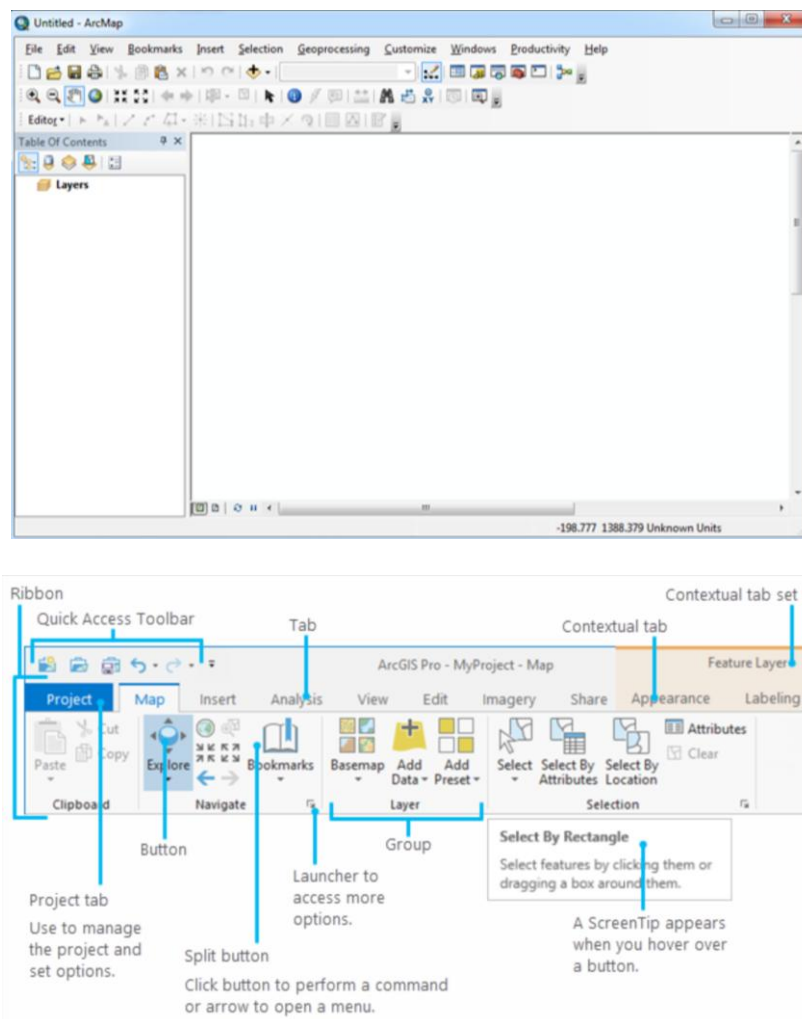
4.1.1 Revisión del software ArcGIS Pro

En el marco del proceso de actualización de las guías prácticas de la asignatura, se realizó una revisión comparativa entre las versiones ArcMap y ArcGIS Pro, con el propósito de identificar los principales cambios funcionales y operativos que justifican la transición hacia la nueva plataforma. A continuación, se presentan las diferencias más relevantes entre ambas herramientas:

- **Interfaz de usuario:** ArcGIS Pro implementa una cinta de opciones (Ribbon) que organiza las herramientas por pestañas y grupos funcionales, facilitando acceso rápido a los comandos más utilizados. En contraste, ArcMap emplea un sistema de menús desplegables y barras flotantes que requieren mayor navegación, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Comparativa de interfaz entre ArcMap (arriba) y ArcGIS Pro (abajo).



Nota. La figura muestra la comparativa de interfaz entre ArcMap y ArcGIS Pro. Tomado de:

<https://storymaps.arcgis.com/stories/22af4c95a93e4ca2b63ef858ca91ac76>

- **Gestión del proyecto:** Mientras que ArcMap trabaja con múltiples archivos independientes (mapas, capas, herramientas, layouts), ArcGIS Pro centraliza todos los elementos del proyecto en un único archivo con extensión .aprx, lo que simplifica la organización, el respaldo y la administración del trabajo.
- **Visualización y análisis tridimensional (3D):** ArcGIS Pro integra de manera nativa la visualización y análisis en 3D, permitiendo trabajar con escenas y modelos espaciales sin requerir extensiones adicionales como ArcScene o ArcGlobe.
- **Rendimiento y procesamiento:** ArcGIS Pro está desarrollado sobre una arquitectura de 64 bits, lo que mejora significativamente la velocidad de procesamiento y la capacidad para manejar grandes volúmenes de datos vectoriales y ráster. ArcMap, en cambio, utiliza una arquitectura de 32 bits, limitando su rendimiento en operaciones intensivas de memoria y cálculo.
- **Automatización y personalización:** La nueva versión amplía las opciones de automatización mediante la integración optimizada de ModelBuilder y Python, permitiendo crear, modificar y ejecutar modelos de análisis espacial de manera más eficiente. Además, el entorno admite la personalización avanzada de herramientas y flujos de trabajo según las necesidades del usuario.
- **Trabajo colaborativo y gestión de roles:** ArcGIS Pro permite trabajar con perfiles de usuario y definir roles específicos dentro de un proyecto. Esto implica que quien crea el archivo puede asignar distintos niveles de acceso y permisos según las funciones del equipo, promoviendo el trabajo cooperativo y el control sobre los procesos de edición y publicación de información.

- **Conectividad y trabajo en la nube:** A diferencia de ArcMap, ArcGIS Pro ofrece integración directa con plataformas en la nube como ArcGIS Online y Portal for ArcGIS, facilitando la sincronización de proyectos, el acceso a datos en tiempo real y la publicación de resultados en entornos web.
- **Gestión de datos y enfoque hacia bases de datos:** ArcGIS Pro se orienta hacia un modelo de trabajo más vinculado a redes de manejo de bases de datos espaciales. Su integración con geodatabases corporativas y servicios en línea permite gestionar grandes conjuntos de información de manera más estructurada y eficiente, acercando el uso del software a estándares propios de la administración de datos en red.
- **Diseño cartográfico y composición:** La versión Pro posibilita la creación de múltiples diseños de mapa dentro de un mismo proyecto, así como la administración de plantillas y estilos personalizados. En ArcMap, cada diseño debía gestionarse en archivos independientes, lo que dificultaba la producción simultánea de distintos formatos cartográficos.
- **Rendimiento gráfico y renderizado:** ArcGIS Pro incorpora un motor de renderizado avanzado que mejora la calidad visual de los mapas, acelera la carga de capas complejas y optimiza la visualización de simbología y etiquetas en tiempo real.

En conjunto, estas diferencias reflejan una evolución tecnológica significativa que sobrepasa los cambios estéticos o de interfaz. ArcGIS Pro se consolida como una herramienta orientada a la eficiencia, la colaboración y la integración con entornos digitales avanzados, elementos que justifican la necesidad de actualizar las guías y materiales académicos de la asignatura para garantizar su pertinencia frente a los estándares actuales del ejercicio profesional en Ingeniería Civil.

4.1.2 Revisión y selección de guías para rediseñar.

Como parte del proceso de actualización del curso, se llevó a cabo una revisión detallada de las guías prácticas que habían sido utilizadas durante varios semestres en la cátedra de Geomática, originalmente elaboradas para la versión ArcMap del software. La intención no era simplemente listar lo que existía, sino identificar cuáles de estas guías seguían siendo útiles y cuáles podían transformarse para aprovechar las ventajas de ArcGIS Pro, considerando los cambios importantes en su interfaz y funcionalidades.

El trabajo comenzó con la elaboración de un inventario de todas las guías empleadas en ciclos anteriores, organizándolas por temática y nivel de complejidad. Después, se revisó su contenido para comprobar si seguían alineadas con las competencias y resultados de aprendizaje que establece la programación del curso. Este análisis se complementó con una evaluación técnica que permitió verificar la compatibilidad de las herramientas y procedimientos de ArcMap con las posibilidades que ofrece ArcGIS Pro.

De este proceso surgieron criterios claros de selección: mantener la coherencia con las competencias del curso, asegurar su pertinencia en la práctica profesional, respetar la secuencia pedagógica de los ejercicios y garantizar que el nuevo entorno de trabajo contara con herramientas equivalentes o mejoradas. Aplicando estos criterios, se seleccionaron cinco guías para su actualización: impresión de mapas, manejo de información alfanumérica, consultas espaciales, geoprocésamiento y análisis de afectación predial mediante zonas de influencia. En la Tabla 1 se presenta un resumen de esta revisión, donde se especifican los objetivos de cada guía, su relación con las competencias y la decisión de selección.

Tabla 1

Revisión y selección de guías prácticas de ArcMap para adaptación a ArcGIS Pro.

| Ejercicio | Objetivo | Unidad temática / Competencia asociada | Selección |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| Ejercicios 1-2-3: Impresión de mapas | Manejo básico de temas, clasificación por atributos y diseño de mapas listos para impresión. | Representación cartográfica y presentación de mapas | Si |
| Ejercicio 4: Manejo de información alfanumérica | Gestión e integración de tablas de atributos y datos externos | Gestión de datos alfanuméricos. | Si |
| Ejercicio 5: Clasificación de mapas | Generación de mapas temáticos y simbología por valores. | Simbología y representación temática. | No |
| Ejercicio 6: Búsquedas y consultas espaciales | Consulta de bases de datos y extracción de información por atributos y ubicación. | Consultas espaciales. | Si |
| Ejercicio 7: Afectación predial | Aplicación de buffers para evaluar impactos en predios y manejo avanzado de atributos. | Zona de influencia y planificación territorial. | Si |
| Ejercicio 8: Creación y edición de mapas | Creación y edición de elementos vectoriales, integración de imágenes. | Edición de datos geoespaciales. | No |
| Ejercicio 9: Geoprocesamiento | Manipulación de datos espaciales aplicando álgebra de conjuntos. | Operaciones de geoprocesamiento. | Si |

4.1.3 Revisión del Escáner Láser Riegl VZ-400

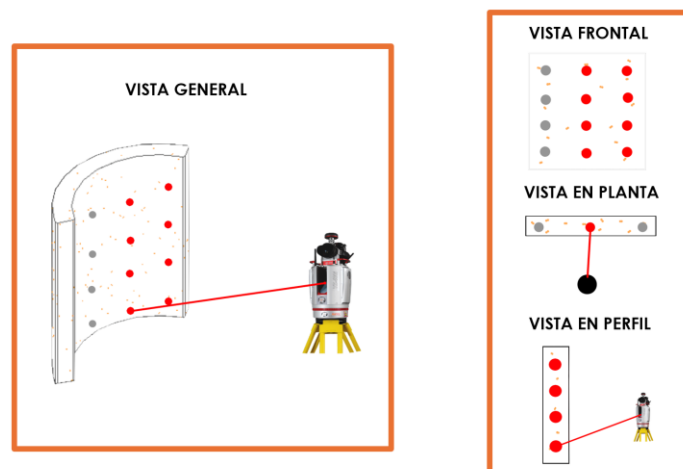
El escáner láser terrestre (TLS) Riegl VZ-400 es una herramienta de medición geoespacial de gran precisión, capaz de capturar millones de puntos por segundo para crear modelos tridimensionales detallados del entorno.

El equipo ofrece distintos patrones de escaneo, lo que facilita ajustar la captura de datos a las características del levantamiento y a los objetivos de cada trabajo. Uno de ellos es el rectangular Field of View (FOV), ideal para áreas con límites definidos y regulares. La elección del patrón más adecuado no es arbitraria: depende de factores como la extensión del área, el nivel de detalle que se requiera, el tiempo disponible para el trabajo y las condiciones físicas del entorno.

El flujo de trabajo sigue una secuencia clara: preparar el equipo, configurar los parámetros, ejecutar el barrido láser y almacenar la nube de puntos para su posterior análisis. Para ilustrar el proceso de captura de datos, se elaboró una animación (Figura 2) que representa, de manera secuencial, cómo el escáner va registrando la información punto a punto desde diferentes vistas, lo que facilita la comprensión de su funcionamiento.

Figura 2

Animación ilustrativa del proceso de recolección de datos.



Como complemento, se desarrolló un simulador que calcula, a partir de unos pocos parámetros de levantamiento, variables como el tiempo estimado de escaneo y la densidad de puntos. Aunque se explicará en detalle más adelante, su creación forma parte de esta primera etapa, ya que conecta directamente la comprensión técnica con la futura aplicación práctica.

De este trabajo de revisión se derivaron dos propuestas iniciales de ejercicios: el primero, orientado a la configuración de levantamientos mediante el patrón Rectangular FOV; y el segundo, enfocado en la visualización y clasificación de nubes de puntos.

4.2 Desarrollo de guías prácticas.

Una vez seleccionadas las guías con mayor potencial de actualización, se inició el proceso de diseño de los nuevos materiales adaptados a ArcGIS Pro y al escáner láser terrestre. Esta fase se centró en transformar los contenidos revisados en recursos didácticos que respondieran a las necesidades del curso y que facilitaran la apropiación de las herramientas por parte de los estudiantes.

4.2.1 Guías prácticas de ArcGIS Pro.

Para la elaboración de las guías se tomó como referencia la Microsoft Writing Style Guide (Guía de estilo de escritura de Microsoft), en su apartado dedicado a la redacción de instrucciones paso a paso. Esta guía propone recomendaciones para crear procedimientos claros y fáciles de seguir, lo cual resultó fundamental para garantizar que los estudiantes pudieran avanzar de manera ordenada en cada actividad. Siguiendo estas orientaciones, las guías se estructuraron en pasos secuenciales y se enriquecieron con figuras y capturas de pantalla, de modo que la explicación escrita y el apoyo visual trabajaran de la mano, facilitando un aprendizaje más accesible y autónomo.

Para ilustrar la estructura de las guías, en la Figura 3 se presenta la portada de una de ellas, donde se incluye el título del ejercicio, su objetivo y las herramientas principales del mismo. Por otra parte, la Figura 4 muestra un fragmento de la sección de desarrollo, en el que se combinan las instrucciones paso a paso con capturas de pantalla que acompañan el procedimiento descrito.

Figura 3

Encabezado de una guía práctica de ArcGIS Pro.

Curso básico de ArcGIS PRO
Material de aprendizaje



EJERCICIO 1: CREACIÓN DE MAPAS BÁSICOS

OBJETIVO: Aprender la forma de apertura de temas y manejo de las herramientas básicas de visualización de los mismos. Clasificar un tema de acuerdo con uno de sus atributos y manejar las primeras consultas utilizando su información básica.

HERRAMIENTAS CLAVES: Map Properties, Symbology, Display Filters, Identify.

Figura 4

Fragmento del desarrollo de una guía con instrucciones paso a paso.

- **Seleccione los polideportivos que se encuentran a menos de 200 m de un establecimiento de educación:** dirijase nuevamente a **Select By Location**. En **Input Features**, seleccione **POLIDEP**, luego en **Relationship** escoja **Within a distance**, y en **Selecting Features**, elija el tema **educación**. En el campo **Search Distance** defina **200 Meters** y finalice haciendo clic en **Apply** (Figura 11).

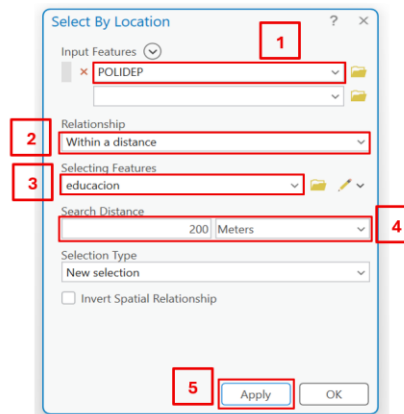


Figura 11.

Asimismo, se buscó que cada guía trascendiera la idea de ser un simple instructivo, integrando la explicación conceptual con la práctica aplicada. Por esta razón, además de los objetivos de aprendizaje, las herramientas a emplear y el procedimiento descrito paso a paso, se incorporaron ejercicios de aplicación y preguntas orientadoras. Estos recursos fueron pensados para que los estudiantes no solo refuercen el uso de las herramientas trabajadas, sino que también analicen los efectos que produce su aplicación en el programa y comprendan cómo la modificación de ciertos parámetros o atributos puede alterar los resultados finales. La Figura 5 presenta un ejemplo de los ejercicios de aplicación incluidos al cierre de las guías.

Figura 5

Ejemplo de ejercicios de aplicación.

❖ EJERCICIOS:

- ❖ **Calcule el porcentaje de área afectada con respecto al área total del predio.**
💡 **Sugerencia:** Cree un nuevo campo en la tabla de atributos de **Areas_Afectadas** y llámelo **Porcentaje_AF**. ¿Cuál sería la expresión para calcular el nuevo campo?
- ❖ **Calcule el costo de la compra de las áreas afectadas, suponiendo que el valor del metro cuadrado es \$223.500.** 💡 **Sugerencia:** Cree un campo llamado **Costo_bruto**, y haga el cálculo respectivo. ¿Cuál sería la expresión para calcular el nuevo campo?
- ❖ **¿Cuánto es el costo total de afectación del proyecto?** 💡 **Sugerencia:** haga clic derecho sobre el campo **Costo_bruto**, seleccione la herramienta **Visualize Statistics** y busque **Sum**.

4.2.2 Guías prácticas con el Escáner Láser Riegl VZ-400.

A partir de la revisión del manual y del dominio de las funcionalidades del equipo, se elaboraron dos guías prácticas relacionadas con el uso del escáner láser terrestre. La primera guía aborda el patrón de escaneo Rectangular Field of View (FOV), donde se explican los parámetros

principales de configuración y las variables que influyen en el rendimiento del levantamiento, en especial el tiempo de operación y la densidad de la nube de puntos. La segunda guía, por su parte, se enfoca en una actividad de visualización y clasificación de una nube de puntos a partir de un levantamiento realizado con el equipo.

4.2.2.1 Guía de aplicación: Patrón de escaneo Rectangular FOV.

La guía práctica sobre el patrón de escaneo Rectangular FOV del escáner Riegl VZ-400 fue diseñada con el propósito de acercar a los estudiantes a la configuración y aplicación de esta tecnología en contextos académicos y profesionales. A partir de lo anterior, fue organizada de manera progresiva para que los estudiantes avanzaran desde la comprensión conceptual de los parámetros hasta su aplicación práctica en un ejercicio de levantamiento. En la Figura 6 se presenta esta estructura general, que integra la introducción al tema, los objetivos de aprendizaje, la explicación de los parámetros de configuración, el marco teórico de las fórmulas de rendimiento y, finalmente, los ejercicios con sus preguntas orientadoras.

Dentro de este recorrido, se incluyó un apartado específico sobre fórmulas y expresiones matemáticas, que permiten estimar variables como el tiempo de escaneo y la densidad de puntos tal como se muestra en la Figura 7.

Siguiendo con esto, la guía presenta ejercicios prácticos acompañados de sus respectivas soluciones. En la Figura 8, se plantea una situación que requiere estimar las variables de rendimiento para optimizar un levantamiento. Por otra parte, la Figura 9 muestra la solución del ejercicio, organizada a partir de preguntas orientadoras que le permiten al estudiante comprender el procedimiento e ir reflexionando sobre los resultados.

Figura 6

Estructura de la Guía: Patrón de Escaneo Rectangular FOV.




TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 3.1 Principios de funcionamiento del Escáner con tecnología LIDAR | 4 |
| 3.2 Nube de puntos (Point cloud) | 4 |
| 3.3 Archivo LAS | 4 |
| 3.4 Tipos de levantamiento con el Escáner Láser Riegl VZ-400 | 4 |
| 3.5 Parámetros del levantamiento Rectangular FOV | 5 |
| 3.5.1 Frecuencia del pulso láser | 5 |
| 3.5.2 Campo de visión (FOV) | 6 |
| 3.5.3 Ángulos de escaneo | 6 |
| 3.6 Parámetros de rendimiento | 6 |
| 3.6.1 Relación entre tiempo de escaneo (tscan) y tiempo sin medición (tgap) | 6 |
| 3.6.2 Frecuencia del pulso láser | 7 |
| 3.6.3 Número de mediciones por línea de escaneo (M) | 8 |
| 3.6.4 Número de líneas escaneadas por segundo (N) | 8 |
| 3.6.5 Puntos registrados por segundo (P) | 8 |
| 3.6.6 Velocidad de barrido horizontal (Vb) | 8 |
| 3.6.7 Tiempo total de escaneo (T) | 9 |
| 3.6.8 Cantidad total de puntos (PT) | 9 |
| 3.6.9 Simulador Escáner Láser RIEGL VZ-400 | 9 |
| 4. EJERCICIOS DE APLICACIÓN | 9 |
| 4.1 Parámetros de rendimiento en un levantamiento con el escáner Riegl VZ-400 | 9 |
| 4.1 ¿Qué pasó con el paso angular? Un caso práctico de cálculo a partir de una nube de puntos | 12 |
| 5. REFERENCIAS | 17 |

Figura 7

Fórmulas de variables de rendimiento en el patrón de escaneo Rectangular FOV.

3.3.5 Puntos registrados por segundo (P)

Es el número total de puntos (o retornos) que el escáner logra capturar en un segundo durante el levantamiento. Representa la capacidad de muestreo efectivo del instrumento y depende directamente de la frecuencia del pulso láser, el número de puntos por línea y la cantidad de líneas escaneadas por segundo.

$$P = M * N \left[\frac{\text{puntos}}{s} \right] \quad (3)$$

3.3.6 Velocidad de barrido horizontal (Vb)

Corresponde al avance del escáner en la dirección horizontal (eje del marco o frame direction) durante el barrido. Mientras el espejo interno genera las líneas verticales (THETA SOCS), el sistema mecánico del instrumento va desplazando el ángulo horizontal (PHI SOCS) para cubrir el campo de visión completo.

La velocidad de barrido depende del paso angular horizontal ($\Delta\phi$) y del número de líneas que registradas por segundo ($N = 100$ [líneas/s]):

$$Vb = \Delta\phi * 100 \left[\frac{^\circ}{s} \right] \quad (4)$$

3.3.7 Tiempo total de escaneo (T)

El tiempo total de escaneo corresponde al periodo necesario para que el escáner cubra el barrido angular definido (ϕ), considerando la velocidad de giro horizontal (Vb). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T = \frac{\phi_{total}}{Vb} [s] \quad (5)$$

3.3.8 Cantidad total de puntos (PT)

La cantidad total de puntos registrados (PT) durante un levantamiento puede estimarse a partir del tiempo total de escaneo (T) y de la tasa de puntos registrados por segundo (P):

$$PT = P * T [\text{puntos}] \quad (6)$$

Figura 8

Ejercicio planteado: Estimación de variables de rendimiento.



4. EJERCICIOS DE APLICACIÓN

4.1 Parámetros de rendimiento en un levantamiento con Riegl VZ-400

Un grupo de estudiantes tiene la tarea de realizar el levantamiento del edificio LH utilizando el escáner láser Riegl VZ-400. Con el fin de obtener la geometría completa de la estructura, primero se llevó a cabo un reconocimiento del área y se establecieron ocho estaciones de escaneo alrededor del edificio, tal como se muestra en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Reconocimiento de campo.



Fuente: Elaboración propia.

Para la captura de datos se seleccionó el modo **Rectangular Field of View (FOV)** del escáner. Luego de analizar las condiciones del entorno y las características del edificio, se definieron los siguientes parámetros de configuración para el levantamiento:


- **Frecuencia del pulso láser:** 300 kHz
- **PHI SOCS:**
 - Start angle: 0°
 - Stop angle: 360°
 - Increment: 0,08°
- **THETA SOCS:**
 - Start angle: 30°
 - Stop angle: 130°
 - Increment: 0,08°

Dado que el escáner debe trasladarse a varias posiciones para cubrir todas las estaciones de escaneo, el equipo responsable del levantamiento necesita planificar con antelación algunos aspectos fundamentales del trabajo de campo. En particular, se busca estimar:

1. El tiempo total de escaneo en cada estación.
2. La cantidad total de puntos capturados por estación.

Figura 9

Solución del ejercicio a partir de preguntas orientadoras.



Usted podría ayudarlos a realizar estas estimaciones siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1. Número de líneas escaneadas por segundo (N)**
El manual del equipo señala que este número puede llegar a 100 [líneas/s].
- 2. Número de mediciones por línea de escaneo (M)**
¿Cuántos puntos se registran en un rango angular (θ_{total}) de 30° a 130° si el paso angular ($\Delta\theta$) es de 0,08°?

$$M = \frac{\theta_{total}}{\Delta\theta} \left[\frac{\text{puntos}}{\text{línea}} \right] \quad (2)$$
- 3. Puntos registrados por segundo (P)**
¿Cuál es el número de puntos registrados por segundo?

$$P = M \cdot N \left[\frac{\text{puntos}}{s} \right] \quad (3)$$
- 4. Velocidad de barrido horizontal (Vb)**
Si el paso angular horizontal ($\Delta\phi$) es de 0,08° y se generan 100 [líneas/s], ¿cuál es la velocidad angular horizontal del escáner?

$$Vb = \Delta\phi \cdot 100 \left[\frac{^\circ}{s} \right] \quad (4)$$
- 5. Tiempo total de escaneo (T)**
¿Cuánto tiempo tarda el escáner en cubrir un rango horizontal de 360° con la velocidad calculada?

$$T = \frac{\phi_{total}}{Vb} [s] \quad (5)$$
- 6. Cantidad total de puntos (PT)**
¿Cuál es el total de puntos que se obtendrán durante el escaneo completo de una estación?

$$PT = P \cdot T [\text{puntos}] \quad (6)$$

Finalmente, la guía propone un ejercicio en el que el estudiante debe calcular parámetros de configuración a partir de la visualización de una nube de puntos (Figura 10). Para ello, se emplea el software QT Reader, que funciona como apoyo en la exploración y análisis de los datos obtenidos como se puede observar en la Figura 11. Este recurso permite evidenciar de manera directa aspectos como la densidad de puntos, la distribución de los mismos y el nivel de detalle del levantamiento.

Figura 10

Ejercicio planteado: Estimación de parámetros iniciales de un levantamiento.



4.1 ¿Qué pasó con el paso angular? Un caso práctico de cálculo a partir de una nube de puntos.

Cierto auxiliar de Geomática realizó una práctica con el escáner Láser RIEGL VZ - 400. El levantamiento tuvo lugar en uno de los paredones de la entrada principal del edificio de música de la UIS. Para ello ubicó el equipo en un punto medio a 3 [m] (**D**) metros de la pared y la altura del mismo después de realizar el montaje fue de 1,7 [m] (**He**). Finalmente, configuró los siguientes parámetros:

THETA SOCS Start Angle: 30 [°]

PHI SOCS Start Angle: 100 [°]

THETA SOCS Stop Angle: 130 [°]

PHI SOCS Stop Angle: 200 [°]

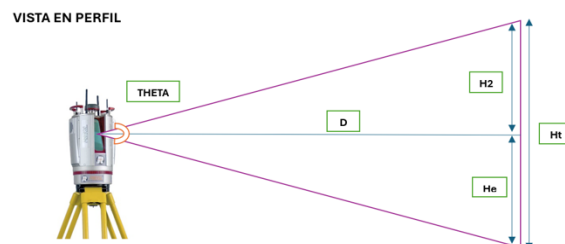
THETA SOCS Increment: - [°]

PHI SOCS Increment: - [°]

En el informe de levantamiento que debía presentar, se le solicitó al auxiliar que reportara los valores de incremento configurados tanto para **PHI** como para **THETA**, pero olvidó por completo dichos valores.

Para solucionar este inconveniente, el auxiliar decidió solicitar ayuda a sus compañeros que también están cursando la asignatura de Geomática y aprendiendo sobre el uso del escáner. Para facilitar la colaboración, compartió la siguiente información referente al esquema del levantamiento:

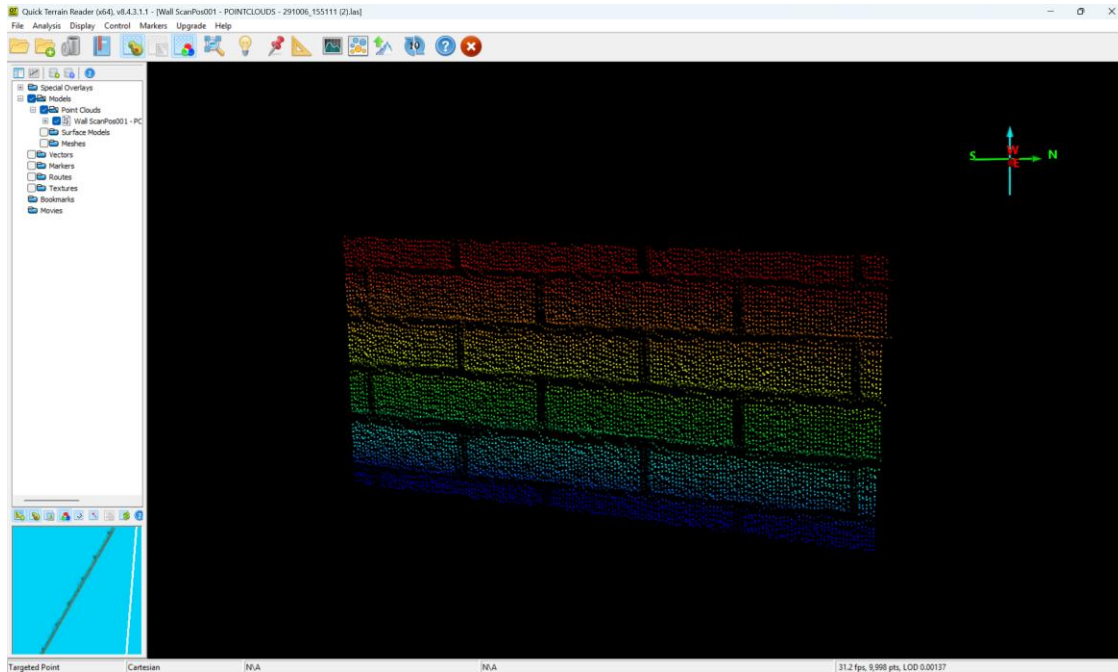
Ilustración 2. Vista en perfil del levantamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11

Visualización de una nube de puntos en el software QT Reader.



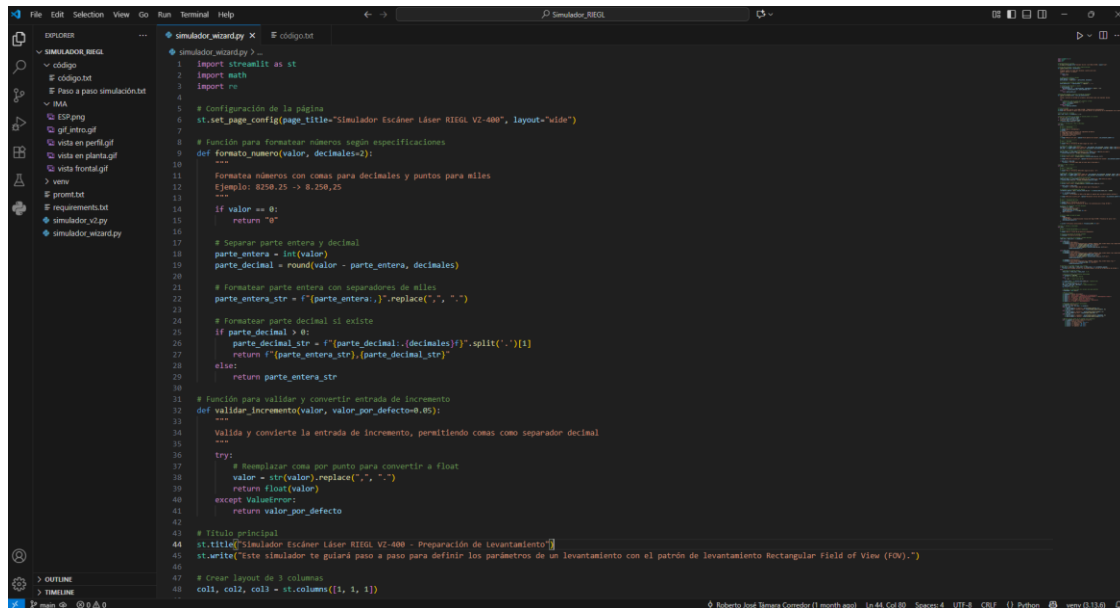
Nota. La ilustración corresponde a un fragmento de muro extraído del levantamiento realizado con el escáner láser RIEGL VZ-400 frente a uno de los paredones de la entrada principal del edificio de música de la UIS. A partir de este escenario, el estudiante debe medir en el software las separaciones entre puntos consecutivos de la nube y, con base en dichas distancias, estimar los valores de incremento angular correspondientes a PHI y THETA.

4.2.2.2 Simulador de variables de rendimiento para el Escáner Láser RIEGL VZ-400.

El trabajo de revisión técnica y conceptual del patrón de escaneo Rectangular FOV dio origen al desarrollo de un simulador interactivo como apoyo al aprendizaje. Esta herramienta fue programada en Python desde Visual Studio Code (Figura 12) y posteriormente desplegada en Streamlit.

Figura 12

Código del simulador en Visual Studio Code.



```

1  import sys, math
2  import math
3  import re
4
5  # Configuración de la página
6  st.set_page_config(page_title="Simulador Escáner Láser RIEG V2-400", layout="wide")
7
8  # Función para formatear números según especificaciones
9  def formato_numero(valor, decimales=2):
10     """
11     Formatea números con comas para decimales y puntos para miles
12     Ejemplo: 8250.25 -> 8.250,25
13     """
14     if valor == 0:
15         return "0"
16
17     # Separar parte entera y decimal
18     parte_entera = int(valor)
19     parte_decimal = round(valor - parte_entera, decimales)
20
21     # Formatear parte entera con separadores de miles
22     parte_entera_str = f"{parte_entera}".replace(".", ",")
23
24     # Formatear parte decimal si existe
25     if parte_decimal > 0:
26         parte_decimal_str = f"{parte_decimal:.{decimales}f}".split(".")[1]
27         return f"{parte_entera_str},{parte_decimal_str}"
28     else:
29         return parte_entera_str
30
31 # Función para validar y convertir entrada de incremento
32 def validar_incremento(valor, valor_por_defecto=0.05):
33     """
34     Valida y convierte la entrada de incremento, permitiendo comas como separador decimal
35     """
36     try:
37         # Reemplazar coma por punto para convertir a float
38         valor = str(valor).replace(",", ".")
39         return float(valor)
40     except ValueError:
41         return valor_por_defecto
42
43 # Inicio principal
44 st.title("Simulador Escáner Láser RIEG V2-400 - Preparación de Levantamiento")
45 st.write("Este simulador te guiará paso a paso para definir los parámetros de un levantamiento con el patrón de levantamiento Rectangular Field of View (FOV).")
46
47 # Crear layout de 3 columnas
48 col1, col2, col3 = st.columns([1, 1, 1])

```

Nota. Se ilustra parte del código desarrollado en Visual Studio Code en lenguaje de programación Python, donde se definen los parámetros de entrada del levantamiento (ángulos y pasos angulares), siguiendo las recomendaciones planteadas en la guía.

Su funcionamiento está diseñado en formato wizard, de modo que el estudiante avanza paso a paso: primero define los parámetros básicos del levantamiento (ángulos y los pasos angulares) siguiendo las condiciones planteadas en la guía, y finalmente obtiene de manera automática las variables de rendimiento, entre ellas el tiempo de escaneo, la velocidad de barrido y el número total de mediciones.

Más que un simple recurso de cálculo, el simulador ofrece un espacio para comprobar los resultados obtenidos manualmente en la guía y, al mismo tiempo, explorar distintos escenarios de planificación. De esta manera, los estudiantes pueden analizar cómo cambian la eficiencia y la calidad del levantamiento según la configuración utilizada. El acceso al simulador se realiza a

través del siguiente enlace directo a la plataforma: <https://simuladorwizardpy-qq4q8znnv5fw5jumcgpsqr.streamlit.app/>, lo que lo convierte en un objeto de aprendizaje digital práctico, flexible y de fácil integración en el curso.

4.2.2.3 Guía de aplicación: Visualización y clasificación de una nube de puntos.

La segunda guía está dedicada al análisis de las nubes de puntos generadas con el escáner láser terrestre Riegl VZ-400, con énfasis en los atributos adicionales que acompañan las coordenadas espaciales y que resultan fundamentales para la interpretación del entorno. Este ejercicio tiene como objetivo familiarizar al estudiante con el proceso de conversión de archivos CSV en shapefiles, su visualización en plataformas SIG como ArcMap y ArcScene, y la aplicación de clasificaciones temáticas basadas en atributos como reflectancia, número de retornos y líneas de escaneo.

Al igual que en la guía anterior, la organización sigue una secuencia lógica que se estructura en seis apartados principales: introducción, objetivos, marco teórico, metodología, ejercicios de comprensión y aplicación, y referencias (Figura 13). Para ilustrar el estilo de desarrollo adoptado, en la Figura 14 se muestra un fragmento de la sección metodológica, donde las instrucciones se presentan en pasos claros y se apoyan en capturas de pantalla que facilitan la comprensión de los procedimientos. Finalmente, la Figura 15 presenta un extracto de los ejercicios de comprensión y aplicación.

Figura 13.

Estructura de la Guía: Visualización y clasificación de una nube de puntos.











TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. OBJETIVOS..... | 3 |
| 2.1 Objetivo general..... | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 3.1 Nube de puntos (Point Cloud) | 4 |
| 3.2 LiDAR (Light Detection and Ranging)..... | 4 |
| 3.3 Escáner láser terrestre (Terrestrial Laser Scanner, TLS)..... | 4 |
| 3.4 Reflectancia | 4 |
| 3.5 Número de retornos (Returns – Targets) | 4 |
| 3.6 Inicio/fin de línea de escaneo (Start/End of Scan Line)..... | 4 |
| 3.7 CSV (Comma Separated Values)..... | 4 |
| 3.8 Shapefile (.shp)..... | 4 |
| 3.9 ArcMap..... | 5 |
| 3.10 ArcScene..... | 5 |
| 3.11 Clasificación de nubes de puntos..... | 5 |
| 4. METODOLOGÍA | 5 |
| 4.1 Visualización de la nube de puntos en ArcMap y creación del Shapefile..... | 7 |
| 4.2 Visualización de la nube de puntos en ArcScene..... | 8 |
| 5. EJERCICIOS DE COMPRESIÓN Y APLICACIÓN..... | 9 |
| 6. REFERENCIAS..... | 11 |

Figura 14.

Fragmento de la sección metodológica con pasos e ilustraciones.

Para dar inicio con la actividad, cree una nueva carpeta dentro de la carpeta principal que ha venido utilizando en la asignatura. Descargue los archivos en formato CSV disponibles en el aula virtual de aprendizaje y guárdelos dentro de la carpeta recién creada.

4.1 Visualización de la nube de puntos en ArcMap y creación del Shapefile.

- **Preparación del ejercicio:** abra ArcMap, cree un mapa en blanco y establezca la conexión con la carpeta de trabajo creada previamente.
- **Agregue los datos del ejercicio:** desde el catálogo, ubique la carpeta de trabajo y seleccione el primer archivo CSV (**Selection_FPC**). Arrástrelo hacia el área de trabajo.
- **Cree una visualización de los datos del archivo CSV:** en la tabla de contenidos, haga clic derecho sobre el archivo agregado y seleccione **Display XY Data**. En la ventana emergente, defina los campos de coordenadas asegurándose de asignarlos en el siguiente orden: **X – Y – Z**. Confirme la operación haciendo clic en **OK** (Ilustración 4).

Ilustración 4. Visualización de la nube de puntos en ArcMap

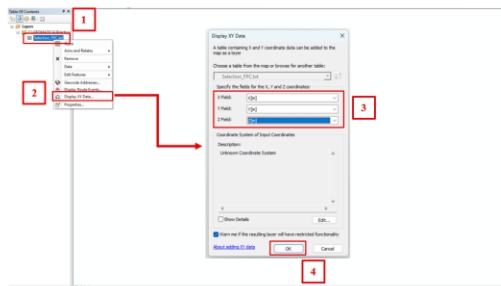


Figura 15.

Ejemplo de ejercicios propuestos en la guía.

5. EJERCICIOS DE COMPRESIÓN Y APLICACIÓN**Ejercicio 1. Comparación entre shapefiles**

- Agregue al proyecto el segundo Shapefile creado (la porción de nube con densidad real).
- **Pregunta:** ¿Qué diferencias observa en comparación con el primero? Considere aspectos como nivel de detalle, continuidad de la nube y posibilidad de identificar objetos en el entorno.

Ejercicio 2. Organización por marca de tiempo (Timestamp)

- Abra la tabla de atributos y ordene los registros de menor a mayor según el campo **Timestamp**.
- **Pregunta:** ¿Por qué algunos registros comparten la misma marca de tiempo, pero difieren en coordenadas y otros atributos como **Target_Count**? (💡 **Pista:** analice la relación con los retornos múltiples de un mismo pulso láser)

4.3 Integración pedagógica y diseño de entornos de aprendizaje mixtos.

La última fase del proceso metodológico estuvo orientada a dar forma definitiva a la propuesta didáctica, integrando las guías dentro de un entorno de aprendizaje mixto. Para ello, se combinaron espacios presenciales, en los que los estudiantes participaron en demostraciones de levantamiento con el escáner y en ejercicios prácticos guiados con ArcGIS Pro, con el acceso asincrónico a materiales digitales organizados en el Aula Virtual de la asignatura.

Más allá de poner a disposición guías o ejercicios, esta fase buscó articular todos los recursos desarrollados (guías, simuladores y materiales de apoyo) con metodologías activas que motivaran la participación de los estudiantes y favorecieran al aprendizaje significativo.

4.3.1 Organización del Aula Virtual de Aprendizaje.

El Aula Virtual de la asignatura se consolidó como el eje central para organizar y poner a disposición todos los materiales desarrollados. Se mantuvo la estructura tradicional de la plataforma, en la que cada sección agrupa los contenidos y recursos asociados a un bloque específico del curso, lo que facilita la navegación y el acceso por parte de los estudiantes.

En la Figura 16 se muestra la organización general del Aula Virtual, donde se observa la distribución de los contenidos según las temáticas del curso. Por ejemplo, en la sección Cartografía básica se encuentra el Ejercicio 1-2-3: Impresión de mapas, que mantiene la coherencia con el tema central y presenta al estudiante tanto la guía correspondiente como los datos necesarios para su desarrollo (Figura 17). De este modo, cada actividad está acompañada de los insumos prácticos requeridos, lo que permite que los estudiantes descarguen la información y avancen de manera autónoma en su proceso de aprendizaje.

Figura 16

Estructura temática del Aula Virtual en la cátedra de Geomática.

The screenshot shows the virtual classroom interface for the course "GEOMÁTICA: 2025-2-24097-A1A2B1B2-Preencial". The interface includes a navigation menu with categories such as Geomática, Cartografía, Geoinformación, Geodésia, Teledetección, and SIG. The main content area displays a list of units (Unidades) and a graphic of hands holding a globe, symbolizing the course's focus on geographic information systems and cartography.

Unidades

1. Generalidades de la información de los mapas Geográficos
2. Cartografía Básica: La interacción con la información geográfica
3. Información Geográfica: De los datos a la información geoespacial
4. Sistemas Básicos de Datos y sus Representaciones
5. Sistemas de Información Geográfica: La Organización de la Información geográfica
6. Simulación: La Tierra desde el espacio
7. Sistemas de Procesamiento Geográfico: La Simulación desde el espacio

Bienvenida

Bienvenido a este espacio en donde podremos los contenidos y actividades correspondientes a la asignatura de Geomática. Estos contenidos y actividades están organizados en unidades o módulos que son las entidades básicas de organización dentro de la asignatura (ver recursos "Estructura Programa de la asignatura") para ver detalles acerca de las unidades y contenidos de la asignatura. En nuestro caso, estas unidades se enuncian en la infografía arriba. Antes de iniciar con el primer módulo, debemos revisar detalles acerca de la forma en que usaremos esta plataforma web.

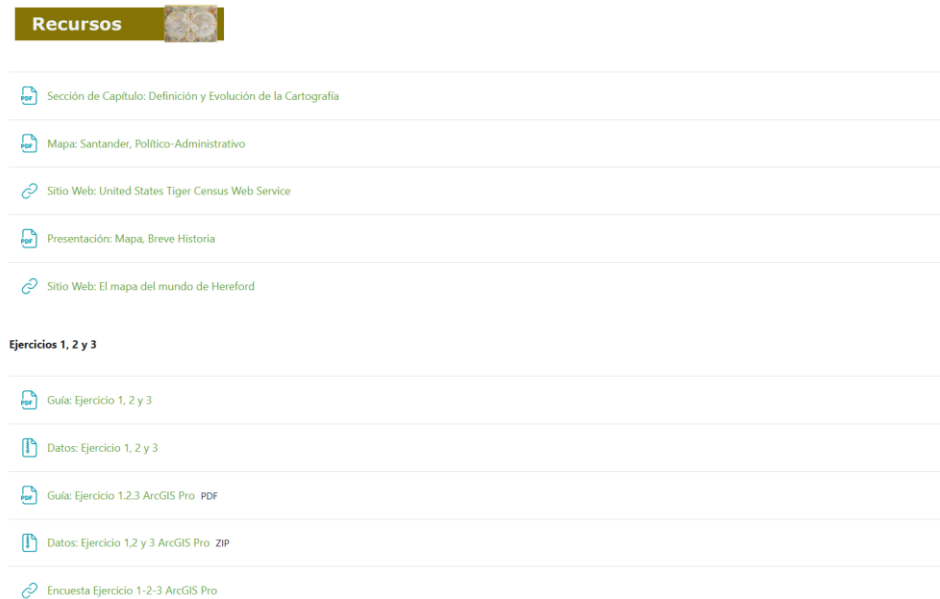
El primer lugar forma de estructurar los módulos es a través de las pestañas gráficas que hacen parte de la interfaz de la plataforma. Cada módulo corresponde con una pestaña y cada tema dentro de los módulos corresponden con pestañas anidadas dentro de cada módulo. Por ejemplo, este contenido que ustedes ven en este momento está en la pestaña Inicio que a su vez está anidado en una pestaña superior que corresponde al primer módulo Geomática.

Los contenidos y actividades de cada módulo serán presentados en los diferentes temas pertenecientes al módulo. Dentro de ellos, existirán sesiones de trabajo de tres tipos (ver

Nota. Organización general del Aula Virtual de la asignatura, en la que se observan las secciones temáticas y la distribución de los recursos asociados a cada bloque del curso.

Figura 17

Presentación de los datos y la guía del Ejercicio 1-2-3 en el aula virtual.



Nota. La figura muestra la disposición del Ejercicio 1-2-3 en el aula virtual de aprendizaje, donde los estudiantes pueden acceder tanto a la guía como a los datos necesarios para su desarrollo.

4.3.2. Metodología de trabajo con ArcGIS Pro

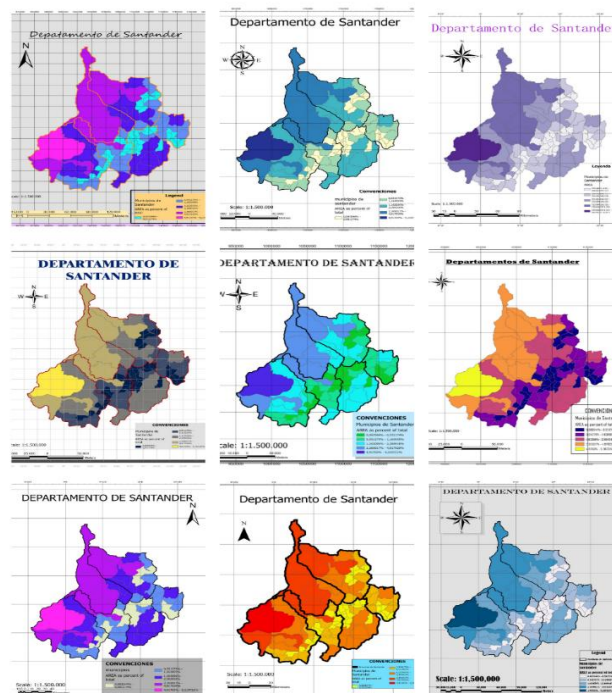
El trabajo con ArcGIS Pro dentro del curso se estructuró siguiendo una secuencia sencilla y guiada, diseñada para que los estudiantes avanzaran de forma autónoma, pero con el respaldo de un acompañamiento organizado. Las prácticas se llevaron a cabo con los cuatro grupos de la asignatura durante el semestre 2025-II. La metodología aplicada en cada actividad se mantuvo constante: primero, la descarga de los insumos desde el Aula Virtual (datos espaciales, shapefiles y tablas); luego, el desarrollo paso a paso apoyado en las guías diseñadas; y finalmente, una fase de evaluación.

Se implementaron dos guías: la del Ejercicio 1-2-3 y la del Ejercicio 4. En el primer caso, la evaluación consistió en la entrega del mapa obtenido como producto final de la guía; mientras que, para el Ejercicio 4, se aplicó un quiz orientado a valorar el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante.

Con el fin de ilustrar los resultados obtenidos, se incluyen dos productos complementarios. Por su parte, la Figura 18 presenta un mosaico con una selección de los mapas entregados por los estudiantes en el Ejercicio 1-2-3. Este ejercicio tenía como propósito que los estudiantes no solo incorporaran los elementos secundarios de un mapa, sino que también llevaran a cabo el proceso de exportación para generar un producto final. Además, la guía otorgaba libertad en la personalización de los diferentes elementos, lo que se refleja en la diversidad de estilos observada en los resultados.

Figura 18

Mosaico de mapas entregados por los estudiantes en el Ejercicio 1-2-3.



Complementando estos productos, la Figura 19 presenta la pregunta y los resultados del quiz aplicado a todos los grupos. Dicho instrumento constó de una única pregunta, cuya distribución de respuestas permite valorar el nivel de aprendizaje alcanzado e identificar tanto las fortalezas como las dificultades encontradas en el desarrollo de las actividades.

Figura 19.

Pregunta y resultados del quiz: Selección por atributos en ArcGIS Pro

De acuerdo con el ejercicio 4 hecho en ArcGIS Pro, escoja UNA de las opciones disponibles después de la siguiente pregunta para contestarla.

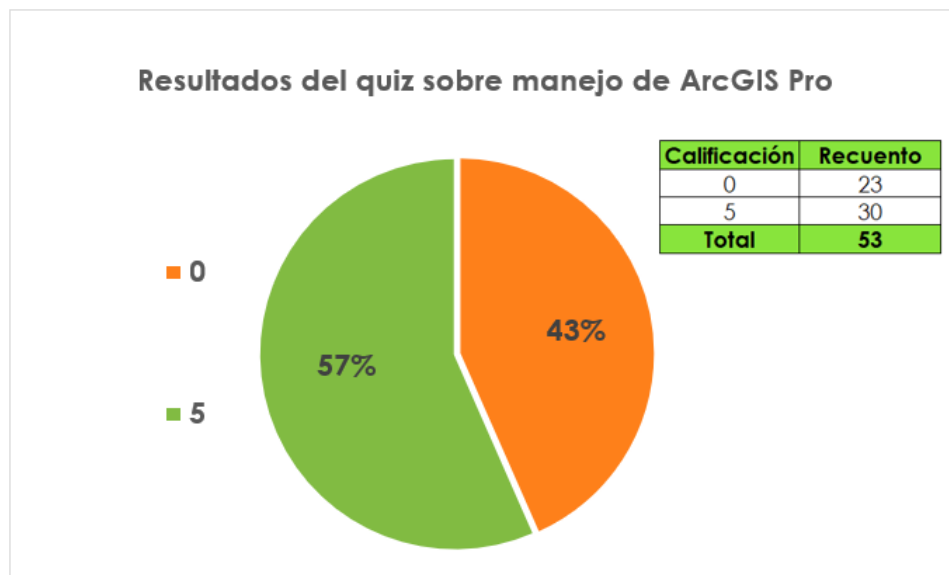
Cuantos municipios son mas grandes que Piedecuesta y a la vez tienen una densidad poblacional, en personas por hectarea, que está en un rango con los siguientes límites:

- Inferior: DP - 1

- Superior: DP +1

Siendo DP la densidad poblacional de Piedecuesta.

- a. 7
- b. 82
- c. 0
- d. 17
- e. 2



Adicionalmente, en ambas actividades se aplicó una encuesta de percepción que invitaba a los estudiantes a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje y, al mismo tiempo, a evaluar el material utilizado con el propósito de identificar oportunidades de mejora.

4.3.3. Metodología de trabajo con el Escáner Láser Riegl VZ-400

Para el escáner láser, la estrategia pedagógica se orientó a brindar a los estudiantes una experiencia práctica y cercana en el aula, tomando como base la guía dedicada al levantamiento en modo Rectangular FOV. Esta práctica se llevó a cabo con los cuatro grupos de la asignatura durante el semestre 2025-I. El equipo fue trasladado al salón, lo que les permitió familiarizarse con sus principales componentes, observar de manera detallada el proceso de montaje y discutir sobre los distintos modos de escaneo, con especial énfasis en el Rectangular FOV. La actividad incluyó además un breve levantamiento de prueba, a través del cual los estudiantes pudieron experimentar directamente la configuración del equipo, comprender sus condiciones de uso y apreciar el tipo de información que este es capaz de generar.

Después de esto, se presentó a los estudiantes la nube de puntos obtenida en un levantamiento realizado sobre una de las estructuras de la universidad con el escáner láser, la cual se visualizó en el software RiSCAN PRO. En ese momento, se compartieron algunas consideraciones básicas y se explicó, de manera general, el flujo de trabajo necesario para el posprocesamiento de una nube de puntos.

Como complemento, se realizó un ejercicio práctico de la guía donde los estudiantes usaron QT Reader para realizar mediciones sobre una nube de puntos y estimar el paso angular del levantamiento. Luego, se aplicó un quiz con una pregunta para evaluar sus conocimientos, cuyos detalles y resultados se muestran en la Figura 20.

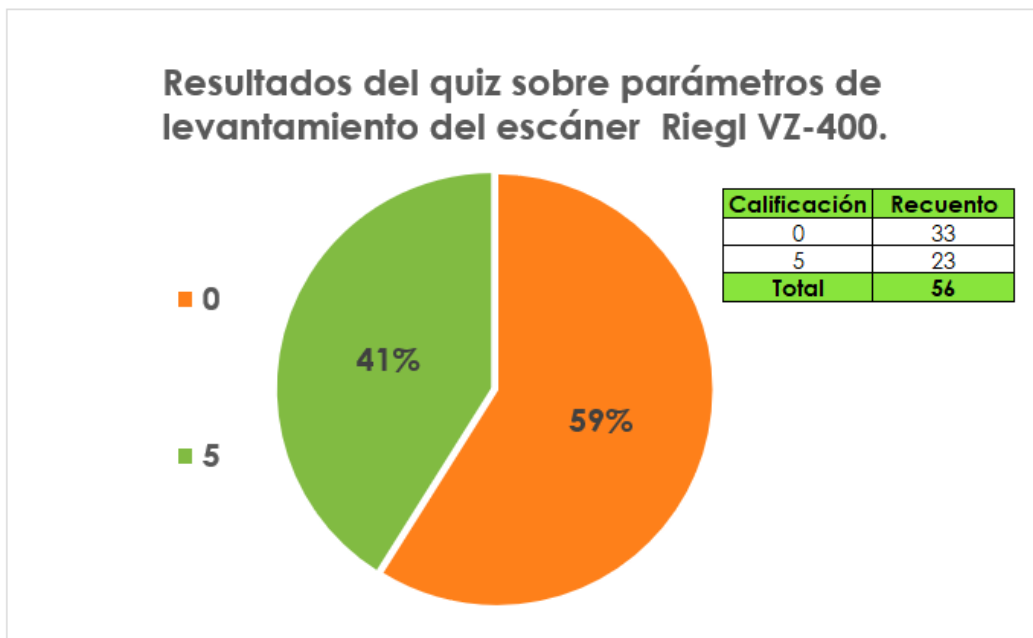
Figura 20.

Pregunta y resultados del quiz: Paso angular de un levantamiento

Complete la siguiente afirmación. De acuerdo con las mediciones hechas, el paso angular de Theta es:

Seleccione una:

- a. 0.05
- b. 0.08
- c. 100
- d. 0.5
- e. 0.008



Finalmente, se aplicó una encuesta de autoevaluación que permitió a los estudiantes reflexionar sobre su proceso de aprendizaje, valorar el impacto de la actividad y señalar posibles oportunidades de mejora.

4.4 Resultados de las encuestas de percepción estudiantil en la asignatura de Geomática.

Como se mencionó previamente, se aplicaron tres encuestas a los estudiantes de los cuatro grupos de la asignatura para cada semestre correspondiente: dos enfocadas en las guías de ArcGIS Pro y una en la experiencia con el escáner láser Riegl VZ-400. A continuación, se presentará la estructura y el análisis de los resultados de estos instrumentos.

4.4.1 Contextualización y estructura de las encuestas.

Con el fin de evaluar la pertinencia y el impacto pedagógico de las actividades implementadas, se diseñaron encuestas de percepción dirigidas a los estudiantes de los cuatro grupos de la asignatura. Estas encuestas permitieron conocer, de manera directa, cómo vivieron las experiencias tanto con las guías de ArcGIS Pro como con las prácticas realizadas con el escáner láser terrestre RIEGL VZ-400.

En el caso de ArcGIS Pro, al finalizar la actividad de la guía del Ejercicio 1-2-3 se aplicó una primera encuesta orientada a dos grandes bloques. El primero indagó sobre la claridad y estructura de las guías, evaluando aspectos como la comprensibilidad del lenguaje, la facilidad para seguir las instrucciones, la suficiencia de la información, la utilidad de las imágenes y la percepción de acompañamiento durante el desarrollo paso a paso. Este bloque se complementó con una pregunta abierta, destinada a recoger sugerencias y recomendaciones. El segundo bloque se enfocó en el impacto en el aprendizaje, consultando qué tanto habían aprendido los estudiantes sobre las funciones del software, la coherencia entre explicaciones y ejercicios, el desarrollo de habilidades prácticas y la aplicabilidad de los conocimientos en contextos reales. También aquí se incluyó un espacio para observaciones abiertas.

Posteriormente, para la guía del Ejercicio 4 se añadió una sección adicional titulada “Experiencia con el entorno de trabajo y el software”, que permitió explorar un aspecto clave: el

manejo básico de archivos y carpetas en Windows. Además, dado que algunos ejercicios fueron realizados en paralelo en ArcGIS Pro y ArcMap, se incorporaron preguntas comparativas sobre las preferencias de uso entre ambas versiones.

En cuanto al escáner láser, la encuesta se estructuró en torno a cuatro ejes principales. En primer lugar, se preguntó en qué medida la práctica contribuyó a comprender el propósito y funcionamiento básico del escáner Riegl VZ-400. En segundo lugar, se evaluó la utilidad de la explicación de los parámetros técnicos para comprender su relación con la calidad del levantamiento. Un tercer bloque indagó sobre las habilidades adquiridas para definir y ajustar parámetros básicos en el modo de levantamiento Rectangular FOV. Finalmente, se incluyó una pregunta orientada a valorar hasta qué punto la práctica ayudó a visualizar aplicaciones profesionales reales de esta tecnología.

Dado que las encuestas aplicadas tanto para ArcGIS Pro como para el escáner láser terrestre incluyeron un número considerable de preguntas, su reproducción completa en el documento resultaría demasiado extensa. Por esta razón, se incluyeron en el Apéndice H. Cabe destacar que, por motivos de organización y extensión del informe, las respuestas a las preguntas abiertas no se incorporan en dicho apéndice.

En esta sección se presenta únicamente la estructura general de los instrumentos, mientras que en los apartados siguientes se exponen los principales hallazgos derivados de su aplicación y análisis.

4.4.2 Resultados de la encuesta sobre la implementación de las Guías de ArcGIS Pro.

Al analizar los resultados de las encuestas aplicadas tras la implementación de las guías en ArcGIS Pro, se evidenció que, en términos generales, los estudiantes percibieron el material como bien estructurado, claro y útil para su proceso de aprendizaje. Valoraron especialmente la

incorporación de imágenes y ejemplos gráficos, que les facilitaron la comprensión de los procedimientos y reforzaron la sensación de acompañamiento durante todo el ejercicio. De este modo, reconocieron la guía como un recurso pedagógico efectivo que puede seguir siendo implementado en la asignatura.

Sin embargo, a partir de las preguntas abiertas, surgieron recomendaciones orientadas a profundizar aún más en ciertos pasos. En particular, señalaron que en momentos donde se invita a personalizar elementos tales como colores, bordes o estilos de representación, entre otros, sería conveniente contar con indicaciones más detalladas, ya que algunos estudiantes prefieren tener una ruta guiada antes de experimentar con libertad. Este hallazgo muestra la necesidad de encontrar un equilibrio entre la exploración autónoma y la orientación explícita.

Otro aspecto identificado fue la dificultad con la terminología propia del entorno del software. Expresiones como “pestaña”, “menú desplegable” o “ícono” generaron confusión en algunos casos, lo que revela que parte de los estudiantes no están familiarizados con este tipo de vocabulario técnico empleado también en distintos programas. Esto sugiere la necesidad de incluir una breve contextualización inicial que introduzca al estudiante en el manejo general de interfaces gráficas y sus componentes.

En la encuesta correspondiente a la guía del Ejercicio 4, los resultados mantuvieron la misma tendencia positiva. No obstante, la sección adicional sobre el trabajo en el entorno de Windows permitió evidenciar una limitación importante: varios estudiantes reconocieron tener un nivel regular o limitado de manejo en acciones básicas como organizar carpetas, comprimir archivos o estructurar directorios. Este hallazgo indica la necesidad de fortalecer estas habilidades de trabajo en el entorno de Windows, ya que impactan directamente no solo en el desarrollo de las guías, sino en las actividades a nivel general de la asignatura de Geomática.

Finalmente, al comparar las dos versiones del software, los estudiantes coincidieron en que, aunque la interfaz de ArcGIS Pro les resultó inicialmente más densa y cargada de funciones, en general la prefieren frente a ArcMap. Consideran que la nueva versión ofrece una experiencia más intuitiva y eficiente, con mejores opciones para optimizar procesos y organizar proyectos.

4.4.3 Resultados de la encuesta sobre la implementación de la guía del Escáner Riegl VZ-400

De manera general, los resultados de la encuesta reflejan una valoración altamente positiva de la práctica realizada con la guía del escáner láser Riegl VZ-400. La mayoría de los estudiantes coincidió en que la actividad les permitió comprender con claridad el propósito y funcionamiento del equipo, así como la importancia de los parámetros técnicos en la calidad del levantamiento 3D. También señalaron que lograron adquirir habilidades prácticas relacionadas con la definición y ajuste de dichos parámetros en el modo Rectangular FOV, lo que se tradujo en un aprendizaje más cercano a la experiencia profesional.

Un aspecto destacado fue que los estudiantes lograron visualizar el potencial de esta tecnología en contextos reales de la Ingeniería Civil, lo que refuerza la pertinencia de integrar este tipo de prácticas en la formación académica.

5. Conclusiones

El desarrollo de guías prácticas orientadas a la enseñanza de la Geomática, integrando el uso de ArcGIS Pro y el escáner láser terrestre Riegl VZ-400, constituyó un avance significativo en la implementación de metodologías activas dentro de la formación en Ingeniería Civil. Este material se consolidó como un recurso pedagógico que, además de facilitar el aprendizaje de herramientas tecnológicas especializadas, favorece la apropiación conceptual y práctica de los contenidos.

En línea con los objetivos planteados, las guías fueron rediseñadas pedagógicamente para favorecer la transición al software ArcGIS Pro, incorporando ejemplos gráficos, ejercicios estructurados y explicaciones detalladas que los estudiantes valoraron positivamente. Las encuestas aplicadas reflejaron una percepción general de claridad, utilidad y pertinencia, evidenciando su potencial para fortalecer el aprendizaje en la asignatura de Geomática.

Por su parte, las guías orientadas al uso del escáner láser terrestre mostraron un impacto formativo relevante, ya que los estudiantes comprendieron el funcionamiento del equipo y la importancia de los parámetros técnicos en la calidad del levantamiento, y además lograron transferir este conocimiento a contextos profesionales, reconociendo el papel de estas tecnologías en la Ingeniería Civil contemporánea.

El proceso se vio enriquecido mediante el uso del aula virtual, donde se incorporaron diversos objetos de aprendizaje diseñados para apoyar la apropiación conceptual. Entre ellos destacan la animación que ilustra de manera didáctica cómo el escáner recolecta los datos y el simulador interactivo de variables de rendimiento del levantamiento, ambos diseñados como parte del proceso de apropiación conceptual. La inclusión de todas las guías en la plataforma virtual

potenció además el uso de las TIC, promoviendo el aprendizaje autónomo y ampliando las oportunidades de interacción con los contenidos más allá del espacio presencial.

Una vez implementadas estas estrategias y materiales en el proceso formativo, se evaluó su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados de los quices indicaron un promedio general bajo, lo que contrasta con la valoración positiva de las encuestas. Este hallazgo sugiere que, si bien las guías favorecieron la comprensión teórica y visual de los procedimientos, se presentan desafíos en la apropiación conceptual y en la aplicación de lo aprendido a situaciones de evaluación individual. Una posible explicación es que la actividad evaluativa se aplicó inmediatamente al finalizar la práctica tanto con el software como con el equipo, limitando el tiempo de asimilación de conceptos. En este sentido, se recomienda complementar la estrategia didáctica con ejercicios prácticos adicionales, espacios de retroalimentación y actividades de refuerzo que consoliden el aprendizaje.

De manera complementaria, se identificó que algunos estudiantes enfrentaron dificultades en aspectos básicos relacionados con el manejo general de Windows y en nociones fundamentales sobre datos, atributos y gestión de información. Estas falencias influyeron significativamente en los resultados obtenidos, lo que resalta la necesidad de fortalecer dichas competencias transversales como parte de la formación integral. En el marco de la nueva reforma curricular, se espera que estas necesidades sean atendidas, garantizando que los estudiantes cuenten con bases sólidas para desenvolverse en actividades que exigen el uso de tecnologías geoespaciales.

Finalmente, los materiales elaborados constituyen una base metodológica y documental que puede ser utilizada para futuras actualizaciones curriculares dentro de la cátedra de Geomática y proyectos de investigación en la enseñanza de tecnologías geoespaciales emergentes, asegurando la sostenibilidad y continuidad de la innovación pedagógica en la formación de ingenieros civiles.

6. Recomendaciones

Se sugiere dar continuidad al desarrollo de guías y recursos didácticos, incorporando nuevas actividades prácticas y objetos de aprendizaje que refuercen la comprensión conceptual y la aplicación de tecnologías geoespaciales.

De igual manera, se recomienda incluir una contextualización inicial más estructurada que permita al estudiante familiarizarse con el manejo general de interfaces gráficas y sus componentes básicos, como menús, barras de herramientas, paneles de control y ventanas emergentes. Esta introducción debe complementarse con actividades breves y guiadas que fortalezcan las habilidades operativas en el entorno de Windows (gestión de carpetas, rutas de acceso, formatos de archivo y manipulación de datos), ya que estas competencias son transversales e influyen directamente en el correcto desarrollo de las guías y en las dinámicas académicas generales de la asignatura de Geomática.

Respecto al orden de las actividades con el escáner láser terrestre, es recomendable comenzar con la segunda guía, ya que su enfoque cualitativo ofrece un primer acercamiento más sencillo y amigable para los estudiantes. De esta manera, pueden familiarizarse con el equipo y comprender sus funcionalidades básicas antes de pasar a ejercicios más exigentes. Una vez consolidada esta etapa inicial, resulta más fácil avanzar hacia actividades de mayor complejidad técnica, relacionadas con cálculos y parámetros de levantamiento, favoreciendo así un aprendizaje progresivo y un mejor desempeño en la práctica.

Finalmente, se invita a evaluar periódicamente la eficacia de los recursos implementados y a realizar los ajustes necesarios en las guías, considerando la retroalimentación de los estudiantes y las necesidades emergentes de la asignatura.

Referencias Bibliográficas

- Arifjanov, A., Atakulov, D., Akhmedov, I., & Hoshimov, A. (2022). Modern technologies in the study of processes in channels. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1112(1), 012137. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1112/1/012137>
- Calders, K., Adams, J., Armston, J., Bartholomeus, H., Bauwens, S., Bentley, L. P., ... & Verbeeck, H. (2020). Terrestrial laser scanning in forest ecology: Expanding the horizon. *Remote Sensing of Environment*, 251, 112102. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112102>
- Esri. (s. f.). *Introducción a ArcGIS Pro*. ArcGIS Pro documentation. Recuperado el 13 de octubre de 2025, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/get-started/get-started.htm>
- Fainholc, B. (2008). De cómo las TIC podrían colaborar en la innovación socio-tecnológico-educativa en la formación superior y universitaria presencial. *RIED*, 11(1), 53–79.
- Gargallo, A. (2009). Metodologías activas en la dirección estratégica de la empresa: Implicación de los alumnos en el análisis estratégico de la universidad. *RIE*, 5(48), 1–8.
- Ingenia SM. (2024, 10 de julio). ¿Qué es el modelado 3D y qué utilidades tiene? *Ingenia SM*. <https://ingenia-sm.com/blog/que-es-el-modelado-3d-y-que-utilidades-tiene/>
- Inés, A., Belisario, B., Azevedo, D., Harraca, M., & Kersner, S. (2020). *América Latina en movimiento: Competencias y habilidades en la Cuarta Revolución Industrial*. Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL), Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Am%C3%A9rica_Latina_en_movimiento_Competencias_y_habilidades_en_la_Cuarta_Revoluci%C3%B3n_Industrial_es.pdf

- Medina, J. M. C., Medina, I. I. S., & Rojas, F. R. (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje (OVAs) como estrategia de enseñanza–aprendizaje inclusivo y complementario para los cursos teórico–prácticos. *Revista Digital Educación en Ingeniería*, 11(22), 4–12.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (s. f.). ¿Qué es un SIG? Recuperado el 29 de abril de 2025, de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>
- Orozco, A. M. M., & Henao, A. M. G. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), 101–108.
- Ortí, C. B. (2011). *Las tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. Universidad de Valencia, Unidad de Tecnología Educativa.
- Rodríguez Serrano, K. P., Maya Restrepo, M. A., & Jaén Posada, J. S. (2012). Engineering education: From traditional teaching to the active learning pedagogy. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(1), 125–142.
- Seredovich, V., Vach, K., & Shults, R. (2022). The capabilities of 3D geospatial technologies in the decision-support process for design, construction, and employment of engineering structures. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*, 46(5/W1-2022), 217–223. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-217-2022>
- Serna Editor, E. M. (2017). *Geoinformática aplicada con aprendizaje basado en problemas*. Instituto Antioqueño de Investigación. <http://fundacioniai.org>
- Soto, C. F., Senra, A. I. M., & Neira, M. C. O. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (29), a119–a119.

- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Vicerrectorado de Cultura y Sociedad. (2020). *30 aniversario de la ULPGC: Cultura científica*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <https://doi.org/10.20420/1621.2020.527>
- Upegui, E., & Gómez, S. (2017). Monitoring of urban dynamics using LiDAR data: Case study of a sector in Bogotá — Colombia. *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975847>
- Varbla, S., Ellmann, A., & Puust, R. (2021). Centimetre-range deformations of built environment revealed by drone-based photogrammetry. *Automation in Construction*, *128*, 103787. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103787>
- Yeomans-Galli, L. M., Vela-Coiffier, M. P., Gutierrez-Hernandez, R. V., & Ballinas-Gonzalez, R. (2023). Comparing the use of virtual models vs. fieldwork in developing geomatics skills in undergraduate engineering education during the COVID-19 pandemic. *2023 Future of Educational Innovation-Workshop Series Data in Action (FEIWS 2023)*. <https://doi.org/10.1109/IEEECONF56852.2023.10104787>

Apéndices

Apéndice A. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 1-2-3_ Impresión de mapas

Apéndice B. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 4_ Manejo de información alfanumérica

Apéndice C. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 5_ Búsquedas y consultas espaciales

Apéndice D. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 6_ Geoprocesamiento

Apéndice E. Guía de ArcGIS Pro: Ejercicio 7_ Afectación predial

Apéndice F. Guía de Escáner Láser: Guía 1_ Patrón de Levantamiento Rectangular FOV

Apéndice G. Guía de Escáner Láser Guía 2_ Visualización y clasificación de nubes de puntos

Apéndice H. Resultados de las encuestas

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS