

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**“IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE REVIT COMO UNIDAD
TEMÁTICA EN LA MATERIA DE DIBUJO TÉCNICO ASISTIDO
POR COMPUTADORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA U.M.R.P.S.F.X.CH.”**

**TRABAJO QUE SE PRESENTA EN OPCIÓN AL DIPLOMADO
EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

AUTOR: RICHARD ISAI CAMACHO MANRRIQUE

SUCRE – BOLIVIA

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar esta Monografía, como uno de los requisitos previos para la obtención del Diploma Académico del Diplomado en Educación Superior de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Asimismo, manifiesto mi acuerdo en que se utilice como material productivo dentro del Reglamento de Ciencia y Tecnología, siempre y cuando esta utilización no suponga ganancia económica potencial.

También, cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca los derechos de publicación de esta Monografía o de parte de ella, manteniendo mis derechos de autor hasta un período de 30 meses posterior a su aprobación.

Richard Isai Camacho Manrique

Sucre, Agosto de 2024

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes y justificación	1
Situación problemática	2
Pregunta de investigación	4
Objetivos.....	4
Objetivo general	4
Objetivo específico.....	4
CAPÍTULO 1	5
1.1. Marco contextual	5
1.1.1. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca	5
1.1.2. Carrera de Ingeniería Civil	5
1.1.3. Perfil de la carrera de ingeniería civil.....	6
1.1.4. Dibujo técnico asistido por computadora	7
1.2. Marco Teórico	8
1.2.1. Herramientas de Diseño CAD y BIM.....	8
1.2.2. Importancia del software Revit para el modelado BIM	9
1.2.3. Habilidades que proporciona el Revit	11
1.2.4. BIM y Revit en el mercado laboral y la educación	12
1.2.5. Actualización de contenidos.....	13
1.2.6. Desafíos en la implementación de nuevos contenidos	13
1.2.7. Necesidad de incluir Revit en la educación.....	14
CAPÍTULO 2	16
2.1. Introducción	16
2.1.1. Tipos de investigación	16
2.1.2. Métodos de Investigación.....	16
2.1.3. Técnicas de investigación.....	17
2.1.4. Población	17
2.1.5. Muestra	18
2.2. Análisis y discusión de resultados	19
2.2.1. Encuesta realizada al sector estudiantil de la carrera de Ingeniería Civil	19
2.2.2. Entrevista realizada al sector docente de la carrera de ingeniería civil	24
2.3. Propuesta para la implementación del software Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora.....	26

2.3.1.	Análisis de la propuesta.....	26
2.3.2.	Desarrollo de la propuesta	28
2.3.3.	Contenidos de la unidad temática.....	28
2.3.4.	Aspectos a contemplar.....	30
CONCLUSIONES		31
RECOMENDACIONES		32
BIBLIOGRAFÍA		33
ANEXOS		35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Las 7 dimensiones del BIM (Fuente: Espacio Bim).....	9
Figura 2: Interfaz Revit (Fuente: Autodesk Revit).....	10
Figura 3: Revit Architecture.....	11
Figura 4: Revit Structure.....	11
Figura 5: Revit MEP.....	11
Figura 6: Combinación de Modelos.....	11
Figura 7: Resultados pregunta 1 (Fuente: Elaboración propia).....	19
Figura 8: Resultados pregunta 2 (Fuente: Elaboración propia).....	20
Figura 9: Resultados pregunta 3 (Fuente: Elaboración propia).....	20
Figura 10: Resultados pregunta 4 (Fuente: Elaboración propia).	21
Figura 11: Resultados pregunta 5 (Fuente: Elaboración propia).....	21
Figura 12: Resultados pregunta 6 (Fuente: Elaboración propia).	22
Figura 13: Resultados pregunta 7 (Fuente: Elaboración propia).	22
Figura 14: Resultados pregunta 8 (Fuente: Elaboración propia).	23
Figura 15: Resultados pregunta 8 (Fuente: Elaboración propia).	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propuesta de la unidad temática Revit (Fuente: Elaboración propia)	29
Tabla 2: Propuesta de la distribución de tiempo (Fuente: Elaboración propia).....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Cuestionario de Entrevista dirigida a docentes.....	35
Anexos 2: Encuesta dirigida a estudiantes	36

RESUMEN

El trabajo tiene por objeto analizar la implementación del software Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora de la Carrera De Ingeniería Civil de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Para analizar la viabilidad de la propuesta se emplearon dos instrumentos de recolección de datos: la encuesta aplicada a los estudiantes y la entrevista realizada a los docentes. Los estudiantes demostraron interés en aprender este programa, pero se mostraron indecisos sobre la integración de los contenidos de Revit en la materia propuesta. A diferencia de los estudiantes, los docentes sí consideran posible impartir este programa en la materia propuesta. Por lo tanto, se elaboró una propuesta del contenido temático para enseñar conceptos básicos e intermedios de Revit, con el objetivo de enriquecer la formación técnica de los estudiantes y prepararlos mejor para los desafíos del mercado laboral moderno.

Palabras Clave: Implementación de unidad temática; Revit; BIM.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes y justificación

En la última década, se ha escuchado mucho sobre la metodología BIM (Building Information Modeling) y su empleo ha comenzado a ganar fuerza en todas las áreas ingeniería para el diseño, planificación y gestión de proyectos de obras civiles. La herramienta más utilizada para implementar la metodología BIM es el programa Revit, que permite crear modelos 3D inteligentes. Sin embargo, para aplicar esta metodología en los proyectos se requiere el uso de más programas tecnológicos.

Se espera ampliamente que el modelado de información de construcción (BIM) conduzca a cambios en el desempeño de los profesionales del sector de arquitectura, ingeniería y construcción, particularmente en lo que respecta a arquitectos e ingenieros civiles. Es esencial que el diseñador conozca y comprenda los conceptos BIM mientras realiza estudios en una institución académica (Barison & Santos, 2010), esto refuerza la necesidad de incorporar temáticas relacionadas con BIM en los planes de estudio.

En un artículo publicado en noviembre de 2019 y titulado “Vale la pena hacer BIM en Bolivia”, el Arquitecto Manager BIM Diego Rodrigo Ávila menciona que BIM en el país actualmente está en una etapa inicial, a pesar de que gran parte de los profesionales del sector tiene conocimiento de que existe y dicen conocer sus bondades (Rodrigo, 2019). Una opinión similar fue brindada en una entrevista realizada por el blog Zigurat a Hugo Condori, alumno del Máster Internacional BIM Management en Ingeniería Civil y GIS: él indica “La mayor parte de profesionales, empresas privadas, instituciones públicas, de la industria de la construcción en Bolivia están en transición del nivel 0 al nivel 1 de madurez en comparación con el BIM Británico” (Zigurat Global Institute of Technology, 2022). Estos aspectos demuestran la escasez de profesionales capacitados y dificultan la determinación de estrategias para enseñar BIM a nivel de pregrado. Sin embargo, a nivel de postgrado ya se cuenta con diferentes instituciones de educación superior como la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Universidad Siglo XX, la Universidad Privada del Valle y otras instituciones mediante convenios han lanzado diplomados y maestrías en BIM.

Si bien aún no se puede implementar la enseñanza de la metodología BIM en el plan de estudios de la carrera de ingeniería civil de la Universidad San Francisco Xavier de

Chuquisaca o de otras universidades de la región, no es una limitante para que los estudiantes de pregrado puedan adquirir conocimiento de las herramientas BIM, como el uso del software Revit. Estos conocimientos servirán como base para que los futuros profesionales puedan incorporarse al BIM con mayor facilidad.

En un artículo de la Revista de Investigación y Construcción de edificios, el cual recopiló información de los cursos BIM, se evidenció que los programas CM de la Universidad Estatal de Arizona, la Universidad de Texas en San Antonio, la Universidad Estatal de Colorado cuentan con cursos o módulos BIM, empleando varios paquetes en sus contenidos, pero todos coinciden en el uso y práctica del programa Revit (Huang, 2018). En la región de Europa, la Universidad Politécnica de Donostia-San Sebastián de España, ya introdujo Revit como herramienta y está experimentando las mejoras que está aportando al proceso de enseñanza-aprendizaje de sus alumnos (Martínez Sánchez, 2017).

La enseñanza de la metodología BIM ya es una realidad en otras regiones debido a la demanda de profesionales con estos conocimientos. En Latinoamérica y en nuestro país, esta demanda se está convirtiendo en una realidad, por este motivo las carreras afines a la construcción como la carrera de ingeniería civil de la USFX puede comenzar con la enseñanza del programa Revit. Además, aquellos que dominen este programa tendrán una ventaja competitiva significativa al experimentar de primera mano la creación de modelos digitales, lo que facilitará la visualización de los proyectos. Esto no solo fortalecerá el aprendizaje de los estudiantes, sino que también les brindará una mejor preparación para enfrentar los desafíos del sector de la construcción.

Situación problemática

La materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora pertenece al plan de estudios número 13 de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Esta materia está orientada a la creación de dibujos técnicos en dos y tres dimensiones utilizando el software AutoCAD. A pesar de que el nuevo plan se aplica desde la segunda gestión del año 2023, no se ha contemplado la enseñanza de otros programas, como Revit, que permite la creación de modelos 3D inteligentes y a partir de estos modelos también es posible generar planos en 2D.

Los programas de AutoCAD y Revit tienen sus diferencias y sus ventajas. Sin embargo, en el blog TD SYNEX Dachet ya se menciona la posibilidad de cambiar del CAD al BIM, lo que representa una evolución hacia proyectos innovadores y sin límites. Esto no significa que el Revit llegue a reemplazar el AutoCAD, pero según los indicadores en un futuro no muy lejano será el más empleado, por tanto las instituciones de educación superior también deben adecuarse a los cambios en el sector de la ingeniería y construcción (Prytz, 2020).

Dado que la metodología BIM está ganando cada vez más terreno, es esencial que los futuros profesionales adquieran las competencias necesarias para utilizar al menos el programa Revit. De lo contrario, su competitividad en el mercado laboral disminuirá y sus habilidades podrían verse limitadas para participar en proyectos modernos con metodologías colaborativas.

La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, a través de su página web, ha lanzado para este año un curso denominado “Introducción al BIM: Autodesk Revit”, en este curso menciona que se desarrollarán los conceptos y métodos prácticos básicos sobre modelado BIM usando Autodesk Revit (Universidad de Chile, 2024). En Bolivia, una referencia de que este programa es necesario en la actualidad son las ofertas de cursos cortos lanzados por plataformas y empresas especializadas en cursos online para estudiantes y profesionales del área de la ingeniería y la construcción. Por ejemplo, la plataforma Konstruedu lanzó este año el curso "Introducción al modelado BIM con Revit" (Konstruedu, 2024). Además de Konstruedu, otras plataformas como CADIC Ingeniería y PuntoCEO también han lanzado cursos similares sobre Revit y tienen gran demanda en la actualidad.

Implementar Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora de la Carrera de Ingeniería Civil de la USFX, puede representar desafíos, como la falta de recursos financieros de la institución para capacitar al cuerpo docente o actualizar sus equipos tecnológicos, entre otros. Sin embargo, una vez superados estos desafíos, se podría garantizar que los futuros profesionales estarán mejor preparados para enfrentar los retos y oportunidades del futuro.

Pregunta de investigación

¿De qué manera la implementación del software Revit beneficiaría el proceso enseñanza-aprendizaje de la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la implementación del software Revit como unidad temática dentro de la materia de dibujo técnico asistido por computadora de la carrera de ingeniería civil de la universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Objetivo específico

1. Identificar las ventajas y desventajas que ofrece el software Revit en el ámbito de la ingeniería civil y los posibles beneficios de la enseñanza para los estudiantes, tanto a nivel académico como profesional.
2. Diagnosticar la situación actual del conocimiento sobre Revit entre los estudiantes y egresados.
3. Evaluar la aplicabilidad de la incorporación software Revit como unidad temática dentro de la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora.

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO

1.1. Marco contextual

1.1.1. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

La Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, es una de las más antiguas de América latina, ubicada en lo que hoy es Sucre - Bolivia y fue fundada el 27 de marzo de 1624, mediante Bula Papal emitida por Gregorio XV el 8 de Agosto de 1623 y Documento Real emitido por el Rey Felipe III el 2 de Febrero de 1622, el provincial de la Compañía de Jesús, el Padre Juan de Frías Herrán estuvo a cargo de su fundación, entre las primeras materias que se dictaron estaban la filosofía, el latín y con el tiempo se fue incorporando otras áreas como derecho, medicina (USFX, 2023). En la actualidad la universidad cuenta con diversas unidades facultativas que ofrecen una amplia gama de carreras para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de estas unidades se encuentra la carrera de ingeniería civil, dependiente de la Facultad de Ingeniería Civil.

Tiene la misión de formar capital humano de excelencia, con espíritu crítico y emprendedor, capaz de investigar científicamente la realidad y contribuir al desarrollo económico y social del departamento y el país, con innovación, ciencia y tecnología, en el marco de una vinculación permanente con la sociedad (USFX, 2023).

Tiene la visión de ser la universidad con prestigio y reconocimiento nacional e internacional; actor estratégico del desarrollo sostenible de la región y el país; comprometida con la sociedad (USFX, 2023).

1.1.2. Carrera de Ingeniería Civil

La carrera de ingeniería civil de la USFX cumplió su 30 aniversario de creación y 13 de facultización y continúa con el objetivo central de formar profesionales Ingenieros Civiles capaces de dar respuesta a las necesidades de la sociedad con sus conocimientos y habilidades, con valores éticos y morales, mejorando sus condiciones de vida; no se debe perder de vista que el Ingeniero Civil está presente en el desarrollo de una nación aportando con el diseño, cálculo y construcción de la infraestructura urbana, vías de comunicación y el

aprovechamiento de recursos hídricos, preservando el medio ambiente (Vicerrectorado, 2023).

La carrera tiene la misión de formar profesionales de reconocida calidad moral, científica y tecnológica, con actualidad y competencia, capaces de utilizar eficientemente los recursos humanos y materiales de la región y el país para contribuir con creatividad a la solución de problemas de saneamiento básico, infraestructura habitacional, comunicación vial, deportiva, educación, salud, aprovechamiento sostenido de recursos naturales, con pertinencia y responsabilidad social (Facultad de Civil, 2020).

La carrera tiene la visión de lograr prestigio y reconocimiento regional y nacional por su calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje, investigación e interacción social, participando con protagonismo y liderazgo moral, científico y tecnológico en el desarrollo departamental y nacional, aportando con profesionales altamente capacitados en: proyección, cálculo, diseño, dirección, supervisión, construcción y mantenimiento de obras civiles, orientadas a la solución de problemas urbanos y rurales, que contribuyan al desarrollo integral de la nación y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes (Facultad de Civil, 2020).

1.1.3. Perfil de la carrera de ingeniería civil

El perfil profesional de Ingeniería Civil debe estar preparado para el diseño, operación, mantenimiento y administración de obras civiles, analizando la estabilidad, duración y preservando el medio ambiente, de forma eficaz y eficiente con la adecuación de materiales de construcción con que cuente el mundo bajo teorías modernas. La carrera actualmente ofrece especialidades en cuatro menciones como ser: Estructuras, Hidráulica, Sanitaria y Vías de comunicación. Teniendo los conocimientos y habilidades para proyectar, calcular, diseñar, elaborar normas tecnológicas, seleccionar la maquinaria de construcción, seleccionar materiales, planificar, organizar, dirigir, corregir las fallas estructurales y administrar las empresas de servicio de consultoría y/o de construcción (Facultad de Civil, 2020).

El ingeniero civil, participa en el desarrollo del área urbana y rural, produciendo, ejecutando y administrando proyectos de infraestructura vial (carreteras pavimentadas, autopistas, vías secundarias, vías férreas y aeropuertos), infraestructura sanitaria (agua potable, alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas potables, residuales y disposición de desechos

sólidos), grandes edificaciones, puentes, represas, canales, sistemas de riego (Facultad de Civil, 2020).

El campo de trabajo del ingeniero civil continúa en crecimiento mientras continúe el progreso del país por cuanto para salir del subdesarrollo es indispensable el concurso del Ingeniero Civil. Los Ingenieros Civiles están inmersos en los proyectos nacionales de carreteras, de agua potable, alcantarillados, riego, edificaciones, puentes, represas del área del diseño y también de la construcción. También son los principales profesionales en las entidades estatales de servicio, H. Alcaldías, Organizaciones no Gubernamentales y organismos extranjeros (Facultad de Civil, 2020).

La carrera tiene una amplia demanda al estar asociada a las obras civiles, las cuales han existido desde la antigüedad y siempre serán requeridas y necesarias para el constante desarrollo de la sociedad, como las urbanizaciones, la integración y el progreso del país, mejorando la calidad de vida.

1.1.4. Dibujo técnico asistido por computadora

Según el plan de estudios número 13 publicado en la página web de la Facultad de Ingeniería Civil de la USFX, la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora se imparte en el segundo semestre de la carrera de ingeniería civil, de acuerdo al plan de estudios número trece, que se aplica desde la segunda gestión del año 2023. Anteriormente esta materia se denominaba Diseño Asistido por Computadora y su enseñanza era impartida en el primer semestre de acuerdo al plan de estudios 12 (Facultad de Civil, 2020).

En la materia se imparte los conocimientos del manejo básico y avanzado del programa AutoCAD, principalmente enfocados en la creación de modelos en 2D y se abarca muy poco el modelado en 3D. En la materia los estudiantes desarrollan habilidades para generar dibujos y planos empleando el software, orientados al área de la construcción y las obras civiles, en la vida profesional esta herramienta acorta tiempos en la elaboración y facilita de gran manera la edición de los planos, y los dibujos en 3D generalmente son empleados para la obtención de volúmenes de figuras irregulares.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Herramientas de Diseño CAD y BIM

CAD tiene sus orígenes en 1955, cuando el laboratorio del Instituto de Tecnología de Massachusetts, dirigido por E. Lincoln, desarrolló el primer sistema gráfico SAGE (Semi Automatic Ground Environment), utilizados por la fuerza aérea de los estados unidos; en 1962 Ivan Sutherland desarrolló el sistema Sketchpad, estableciendo las bases para los gráficos interactivos por ordenador que conocemos hoy en día; en las décadas de 1970 y 1980, la tecnología CAD continuó avanzando con la aparición de sistemas más sofisticados; en 1982 nace el primer AutoCAD sobre plataforma Sun, y 3 años más tarde sale al mercado la primera versión para Microsoft Windows (Consulting, 2020).

El primer acercamiento al BIM fue en 1975 cuando el profesor Charles Eastman publicó un artículo describiendo un prototipo llamado BDS, en él se discutieron ideas de diseño paramétrico, representaciones 3D de alta calidad, con una “base de datos única integrada para análisis visuales y cuantitativos”, este trabajo describe el BIM tal cual se conoce ahora. Doce años después, en 1987, Graphisoft Archicad desarrolla el concepto de edificio virtual (González Marquez et al., 2014), en el mismo año se lanzó ArchiCAD, convirtiéndose así en el primer software BIM disponible para un ordenador personal, este programa tuvo su mejora en el 1997 con una actualizaciones sobre el trabajo en equipo permitiendo el acceso remoto al mismo proyecto a través de Internet y permitiendo la colaboración y coordinación del proyecto a mayor escala. En el año 2000 Irwib Jungreis y Leonid Raiz desarrollan el programa Revit que revolucionó el BIM utilizando un motor de cambio paramétrico, hecho posible a través de la programación orientada a objetos, y creando una plataforma que permitía añadir atributos de tiempo, en el año 2003, GSA, Public Buildings Service (PBS) y Office of Chief Architect (OCA), establecen el Programa Nacional 3D-4D-BIM; en 2007, se crearon en Estados Unidos (GSA) y en Finlandia (Senate Properties) las guías para llevar a cabo un proyecto BIM (K, 2023).

Las herramientas de diseño CAD imitan el proceso del papel y lápiz, mediante líneas, tramas y textos formando elementos gráficos en dos dimensiones de forma similar a los dibujos en papel. En cambio, las aplicaciones BIM imitan el proceso real de construcción, la característica principal de BIM es que ya no se crean dibujos en dos dimensiones, sino que

se modelan, por ejemplo, edificios de forma virtual en tres dimensiones que tiene un enfoque más integral y abarca todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción, este modelo representa tanto la geometría del edificio como la información y los datos asociados, como materiales, costos, programación, mantenimiento y más (Center, 2014).

Cuando hacemos referencia a las herramientas de diseño CAD, hablamos del uso del programa AutoCAD, en cambio para el modelado BIM existen varios los softwares que se combinan, como Navisworks, SketchUp, Solibri, Civil 3D entre otros, sin embargo, uno de los programas más utilizados en la metodología BIM hasta el momento es Revit.

La razón por la cual BIM es más amplio y tiene mayor alcance, es que actúa en siete dimensiones que están representadas en la siguiente figura:



Figura 1: Las 7 dimensiones del BIM (Fuente: Espacio Bim).

1.2.2. Importancia del software Revit para el modelado BIM

Autodesk Revit permite realizar a ingenieros, arquitectos y profesionales de la construcción: Modelar formas, estructuras y sistemas en 3D con exactitud paramétrica, agilizar la gestión de proyectos con revisiones instantáneas de planos, alzados, tablas de planificación, secciones, visualizaciones 3D, combinar equipos de proyecto multidisciplinarios para mejorar

la eficiencia y la colaboración (Autodesk Revit, 2024). Todas las características que posee hacen que Revit sea un software de diseño inteligente para el modelado BIM.

La integración de BIM en la ingeniería está ganando cada vez más terreno y pronto será una metodología empleada en toda la industria, dejando de ser una opción y se convirtiéndose en un requisito para todos los proyectos. En Estados Unidos, Canadá y Australia la aplicación de BIM es un éxito porque son los pioneros y creadores de esta metodología, por lo tanto también son los más avanzados; en España desde el año 2018 es obligatorio emplear esta metodología de trabajo para proyectos de licitaciones públicas mayores de 2 millones de euros; en el Reino Unido desde el año 2016 es obligatorio que todos los proyectos públicos sean presentados en BIM nivel 2; en Italia según sus planificaciones en el año 2025 será obligatorio su uso para todo tipo de proyectos con presupuestos menores a 1 millón de euros.

En Sudamérica, la implementación de BIM es lenta y requiere un mayor esfuerzo, sin embargo, países como Colombia, Perú y Chile están encabezando la adopción de BIM en la región. (Montaba Miró, 2021).

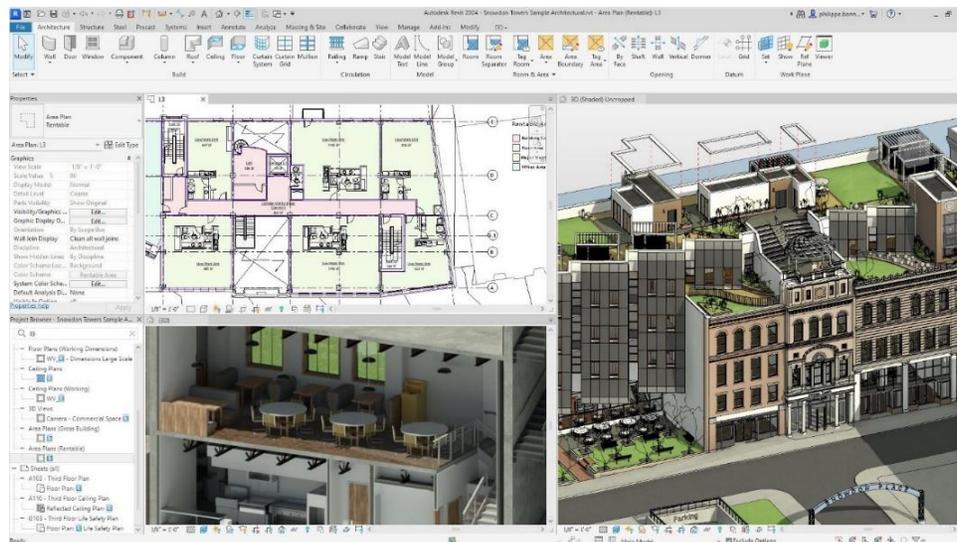


Figura 2: Interfaz Revit (Fuente: Autodesk Revit).

Por lo expuesto anteriormente la aplicación de la metodología BIM será imprescindible en todas las regiones, sin embargo, por el nivel en el cual se encuentra Bolivia y Latinoamérica, aún no puede ser implementada la enseñanza en las universidades a nivel de pregrado, no obstante, al ser instituciones que están a la vanguardia de la actualización e innovación se

puede comenzar enseñando el uso del software Revit creando modelos 3D para visualizar los proyectos de manera realista, a la vez esto será una base para introducirnos al modelado BIM.

1.2.3. Habilidades que proporciona el Revit

Revit es un software producido por Autodesk que tiene tres modos de proyectos: Architecture, para proyectos de arquitectura; Structure, para el proyecto estructural; MEP, para proyectos eléctricos, hidráulicos y equipos mecánicos (Molinare, 2012); las cuales se pueden apreciar en las figuras 3 al 6 extraídas de la página web ARHINOVA. Con las herramientas que proporciona Revit los profesionales dedicados al rubro de la construcción pueden evaluar la viabilidad de la construcción en la fase de diseño, comprendiendo los medios, métodos y materiales, de esta manera es posible identificar de mejor manera los posibles conflictos futuros.



Figura 3: Revit Architecture.

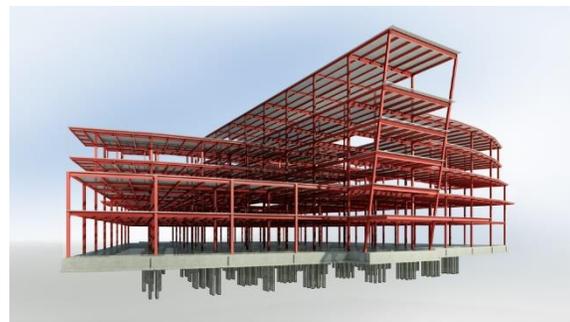


Figura 4: Revit Structure.

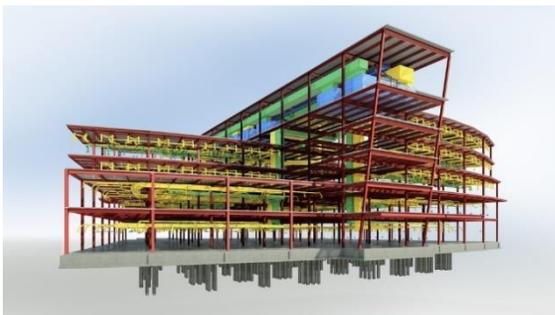


Figura 5: Revit MEP.



Figura 6: Combinación de Modelos.

El dominio de REVIT no solo aumenta la empleabilidad sino que abre un horizonte de oportunidades en un mercado en constante evolución (CGStudio, 2024); la pagina CGStudio indica que el programa Revit tiene los siguientes beneficios:

- a) Eficiencia en el diseño porque permite crear modelos 3D inteligentes agilizando el diseño arquitectónico.

- b) La colaboración interdisciplinaria se vuelve sinérgica, con Revit Cloud compartir información de manera instantánea mejora la coordinación entre arquitectos e ingenieros reduciendo errores.
- c) La generación automática de documentación hace posible generar planos como vistas de planta, cortes y fachadas que son clave para simplificar la creación de documentación técnica para cualquier profesional AEC.
- d) Con el análisis y simulación no solo se diseña, sino que Revit predice el futuro del proyecto con herramientas de análisis estructural y energético, con el análisis de cargas estructurales es posible evaluar el rendimiento del diseño y realizar simulaciones para dar soluciones más eficientes y sostenibles.
- e) Mayor adaptación a las tendencias industriales, las empresas están demandando profesionales con habilidades en Revit y aprender este software se convierte en clave para una carrera exitosa en arquitectura e ingeniería.

1.2.4. BIM y Revit en el mercado laboral y la educación

Como se había hecho mención en los antecedentes, las Universidad Politécnica de Donostia-San Sebastián de España cuenta con programa de Revit, y en las universidades de Estados Unidos como la Universidad Estatal de Arizona, la Universidad de Texas en San Antonio, la Universidad Estatal de Colorado cuentan con cursos o módulos BIM contemplando dentro de sus programas la enseñanza del Revit.

En América latina los países de Brasil, Costa Rica, México, Perú, Uruguay, Argentina, Chile y Colombia conforman una organización denominada “Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos” que tiene como objetivo realizar esfuerzos colaborativos para acelerar los procesos nacionales de transformación digital, apuntando a la implementación del BIM en el sector de la construcción con el apoyo y cofinanciamiento del Banco Interamericano de Desarrollo.

En Bolivia esta metodología también está presente y son las universidades quienes ofrecen cursos de postgrado, como la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, la Universidad Católica Boliviana, la Universidad Privada Boliviana, La universidad Privada del Valle, han realizado diplomados en BIM; la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, la Universidad Mayor de San Simón y la Universidad Nacional Siglo XX han realizado cursos

de nivel maestría; la Universidad Franz Tamayo el 2023 suscribió un convenio con el Colegio de Arquitectos de Bolivia para generar cursos de postgrado en BIM, la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno este año lanzo un curso de modelado BIM con Revit Structure.

En Latinoamérica y Bolivia no existen registros de que alguna universidad contemple la enseñanza del BIM o Revit dentro de sus mallas curriculares como en Norte América o Europa quienes ya se encuentran en un nivel más avanzado en la aplicación del modelado BIM en los proyectos, pero es evidente que en Latinoamérica se tienen avances para su implementación a nivel gubernamental y educativo.

1.2.5. Actualización de contenidos

Las transformaciones en los sectores económicos, políticos, sociales y culturales en la época actual hacen surgir nuevas necesidades que deben responder las Instituciones de Educación Superior, desde los cambios acelerados en innovación científica y tecnológica, así como de la información y comunicación, además de los cambios en la estructura del mercado laboral, cambios en la organización del trabajo nacional e internacional y el surgimiento de internacionalización que permita la movilidad de académicos y estudiantes para dar respuesta a las demandas en la sociedad del conocimiento (Alarcón & Chapa, 2016).

Cuando los estudiantes eligen una determinada carrera en las universidades que imparten la educación superior, el objetivo de la universidad es formar a los estudiantes para que adquieran los conocimientos y habilidades necesarias para el mercado laboral, esto les permite ofrecer soluciones o buscar alternativas a los problemas latentes en la sociedad mediante la investigación o la innovación, además, las universidades tienen la tarea de formar profesionales competentes y necesarios para las empresas o instituciones. Por estas razones las instituciones deben estar en constante actualización de sus contenidos temáticos, acordes a las nuevas tendencias y herramientas tecnológicas que se emplean en el mercado laboral.

1.2.6. Desafíos en la implementación de nuevos contenidos

Alguno de los desafíos para la implementación de nuevas temáticas que tienen relación con la enseñanza de un nuevo programa o software en las instituciones de educación superior, son la deficiencia en el hardware, software y los recursos para la capacitación de los docentes, además se tiene que evaluar si existirá una sobrecarga de contenidos a los estudiantes.

Para superar los desafíos, se deben gestionar los recursos para actualizar los equipos tecnológicos y para los programas se pueden buscar alianzas con las empresas que desarrollan o comercializan el software propuesto para obtener licencias educativas, además las mismas pueden capacitar a los docentes para que tengan una certificación, como es el caso de Autodesk que cuenta con un programa para certificar a los docentes capacitados en sus softwares.

Es importante considerar que los profesores universitarios como parte de su formación docente deben tomar cursos de actualización, deben contar con nuevas herramientas y procesos de enseñanza para transmitir sus conocimientos a nuevas generaciones, las cuales vienen más preparadas en cuanto a tecnologías de la información y se debe encontrar mejores técnicas para mejorar su aprendizaje (Alarcón & Chapa, 2016). Se deben realizar esfuerzos para elevar la formación pedagógica de los docentes, de modo que empleen metodologías de enseñanza flexibles que se adapten y mejoren las competencias individuales de los estudiantes.

1.2.7. Necesidad de incluir Revit en la educación

En la actualidad el espacio laboral se ha vuelto muy competitivo, por ello, las instituciones de educación superior buscan nuevos caminos, novedosas metodologías y contenidos relevantes que permitan formar profesionales competentes para el mercado laboral nacional e internacional, lugares donde ya se emplean nuevos métodos y técnicas avanzadas de la construcción como la aplicación de la metodología BIM.

El mercado laboral actual exige que los profesionales estén capacitados en herramientas tecnológicas novedosas. Por tal motivo, implementar Revit en la educación superior a nivel de pregrado no solo responde a la creciente demanda de profesionales capacitados en la metodología BIM, sino que también abrirá nuevas oportunidades para los estudiantes en su formación profesional. Esto les permitirá desarrollar su capacidad para enfrentar nuevos retos y estar preparados para las demandas del sector. Además, enseñar Revit a los estudiantes asegura que estén familiarizados con las normativas y estándares actuales de la industria de la construcción.

En Bolivia, más municipios y empresas están modelando sus proyectos con Revit, ya que este programa refleja con mayor precisión las características del proyecto. También existe

mayor interés para implementar la enseñanza de este programa y del BIM en las unidades académicas, como lo demuestran las monografías elaboradas con títulos como:

- a) Inclusión de la metodología BIM (building information modeling) como recurso tecnológico dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje para la asignatura de taller de diseño v del quinto semestre de la carrera de arquitectura de la Universidad Mayor Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca” propuesta el año 2021
- b) Análisis para la inclusión de la asignatura de metodología BIM (building information modeling) en el plan de estudios de la carrera de ingeniería civil de la Escuela Militar De Ingeniería “Mcal. Antonio José De Sucre”, propuesta del año 2022
- c) Incorporación del software Revit como recurso didáctico en la asignatura instalaciones eléctricas II en la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Mayor, Real Y Pontificia De San Francisco Xavier De Chuquisaca” propuesta el año 2023

2.1. Introducción

Es primordial determinar el enfoque de la investigación, los cuales se dividen en cuantitativos, cualitativos y los mixtos que combinan ambos enfoques. Se seleccionó el enfoque mixto, empleando el enfoque cuantitativo para recolectar datos mediante encuestas y realizar un análisis estadístico de estos; desde el enfoque cualitativo se recolectó datos a través de entrevistas para considerar la visión de los docentes respecto a la incorporación de la nueva unidad temática.

2.1.1. Tipos de investigación

Está relacionado al tema de la investigación, los tipos de investigación directamente relacionadas con los tipos de monografías documental y aplicada son la investigación documental y la investigación de campo respectivamente. Si se quiera profundizar en la investigación con relación al nivel de conocimiento y su aplicabilidad son los tipos de investigación exploratoria, descriptiva, correlacional, explicativa.

Los estudios descriptivos acuden a técnicas específicas en la recolección de la información como: entrevistas, cuestionarios, foros, mesas redondas (Barrios Zarta, 2021), se determinó emplear este tipo de investigación, con el fin de analizar el contexto en el que se plantea implementar la unidad temática y analizar los resultados obtenidos a través de los instrumentos de recolección de datos que se aplicaron a estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería civil de la USFX.

2.1.2. Métodos de Investigación

Según la guía publicada por la Escuela Militar de Ingeniería (Cadima Enríquez, 2021), los métodos más adecuados para las monografías se pueden dividir en tres clases.

- a) Lógicos. – los métodos sugeridos pueden ser: analítico, sintético, deductivo e inductivo, o la combinación de estos tales como el método analítico – sintético o el método inductivo – deductivo.

- b) Empíricos. – los métodos sugeridos pueden ser: observación, medición, experimental y Delphy.
- c) Teóricos. – los métodos sugeridos pueden ser: análisis documental, histórico – lógico, causal, dialéctico y modelación.

Los métodos empleados en el presente trabajo son:

- El método lógico deductivo e inductivo porque parte de teorías o principios generales para llegar a conclusiones específicas
- El método empírico porque se realiza una observación y medición de las respuestas de los encuestados sobre la implementación de una nueva unidad temática
- El método teórico porque se realiza un análisis histórico-lógico para estudiar la información existente sobre el tema en cuestión.

2.1.3. Técnicas de investigación

Son procedimientos que permiten la recolección de datos los cuales pueden incluir: la técnica documental, que permite recolectar información y realizar un análisis de sus contenidos, y la técnica de campo, que abarca la observación y recolección de testimonios permitiendo confrontar la teoría con la práctica. Las técnicas según los tipos enunciados pueden ser: entrevista, encuesta, cuestionario, fichaje, test, análisis de contenido, relatos de vida y registros de conducta (Cadima Enríquez, 2021). En el presente trabajo se emplean dos técnicas de investigación que son las siguientes:

- a) Entrevista. – Se aplicó al sector docentes para recopilar información sobre la percepción y opinión que demuestran sobre la implementación del programa Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por computadora.
- b) Encuesta. – Se aplicó al sector estudiantil para recopilar información y tener una medición de la percepción relacionada al conocimiento de la nueva unidad temática que se plantea implementar y determinar el grado de acuerdo o desacuerdo para el tema en cuestión.

2.1.4. Población

La población que se ha identificado son los estudiantes de séptimo a décimo semestre, según datos proporcionados por Kardex de la carrera de Ingeniería Civil son 427 estudiantes

matriculados en la primera gestión. Se tomó en cuenta solo estos últimos semestres porque son aquellos que aprobaron la materia en la se plantea implementar la unidad temática y están próximos a culminar la carrera, por lo tanto, tienen una mayor percepción del mercado laboral mediante prácticas de campo y tienen mayor conocimiento de las innovaciones o metodologías de la construcción que se están empleando. También se identificó a dos docentes que imparten la materia en la que se plantea implementar la nueva unidad temática, además, tienen una mayor comprensión de los programas que podrían ser necesarios para los estudiantes, ya que imparten clases en materias superiores y forman parte de los tribunales de grado.

2.1.5. Muestra

El tamaño de la población identificada es muy grande, por lo cual se extrae una muestra representativa que fue determina por el método aleatorio simple planteada en la guía metodológica para el diseño de proyectos de investigación y monografías por el instituto tolimense de formación técnica profesional (González Marquez et al., 2014), esta guía presenta las siguientes formulas:

$$No = \frac{ZPRQ}{d}$$

$$n = \frac{no}{1 + \frac{no}{N}}$$

N = Población = 427

P = Probabilidad que suceda el evento = 50

Q = Probabilidad que no suceda el evento = 50

d = Margen de error de muestreo 3% = (0.003) = 0.0009

Z = Nivel de confianza = 1.645 nivel de confianza del 90%

No = Muestra.

determinación de la muestra:

$$No = \frac{1.645 * 0.5 * 0.5}{0.0009} = 456.94$$

$$n = \frac{456.94}{1 - \frac{456.94}{427}} = 220.73$$

Teniendo en cuenta los resultados, se realizó la encuesta a 221 estudiantes.

2.2. Análisis y discusión de resultados

Desde la figura 7 hasta la figura 15 que se muestran a continuación, ilustran la información recolectada mediante el cuestionario aplicado al sector estudiantil, de acuerdo a la muestra determinada previamente. El cuestionario se encuentra en el Anexo 2.

2.2.1. Encuesta realizada al sector estudiantil de la carrera de Ingeniería Civil

Pregunta 1.- ¿Ha escuchado hablar de otro software para la generación de modelos 3D aparte de AutoCAD?

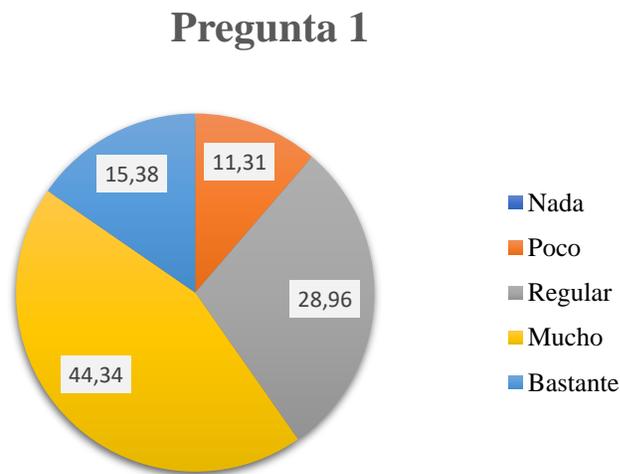


Figura 7: Resultados pregunta 1 (Fuente: Elaboración propia).

Pregunta 2.- ¿Considera importante la modelación de las infraestructuras en 3D?

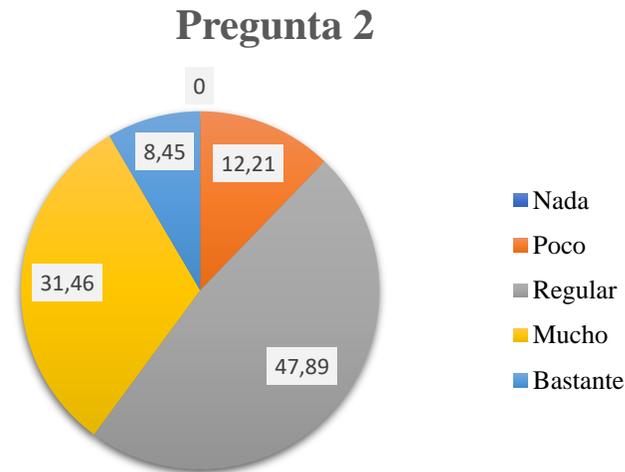


Figura 8: Resultados pregunta 2 (Fuente: Elaboración propia).

Los estudiantes de la carrera de ingeniería civil por los conocimientos adquiridos en semestres anteriores y las visitas en obras, el 59.72% tiene conocimiento de la existencia de otros softwares para el modelado en 3D aparte de la que se enseña en carrera. El 39.91% considera que esta práctica es importante, pero el 47.89% no lo considera de gran relevancia.

Pregunta 3.- ¿Conoce o escucho hablar de la metodología BIM?

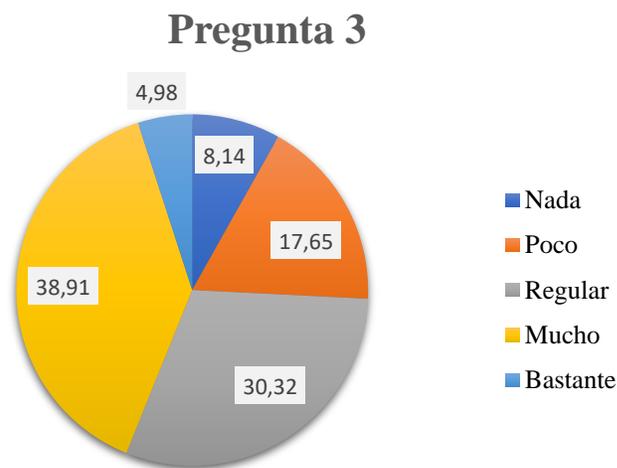


Figura 9: Resultados pregunta 3 (Fuente: Elaboración propia).

Pregunta 4.- ¿Conoce que la aplicación de la metodología BIM se ha vuelto más requerida en los proyectos de la ingeniería civil?

Pregunta 4

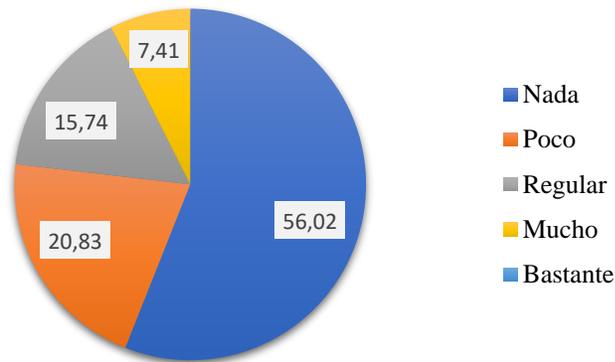


Figura 10: Resultados pregunta 4 (Fuente: Elaboración propia).

El 74.21% de los estudiantes conocen o escucharon hablar de la metodología BIM, en cambio el 56.02% desconoce esta metodología, junto con el 20.83% que tiene poco conocimiento, este resultado no es sorprendente porque a pesar de que en otros países BIM ya es una realidad en Latinoamérica y Bolivia son pocas las empresas que emplean esta metodología.

Pregunta 5.- ¿Conoce que el software Revit es uno de los programas más empleados para aplicar la metodología BIM por su ventaja para la creación de modelos 3D precisos de elementos arquitectónicos, estructurales y MEP?

Pregunta 5

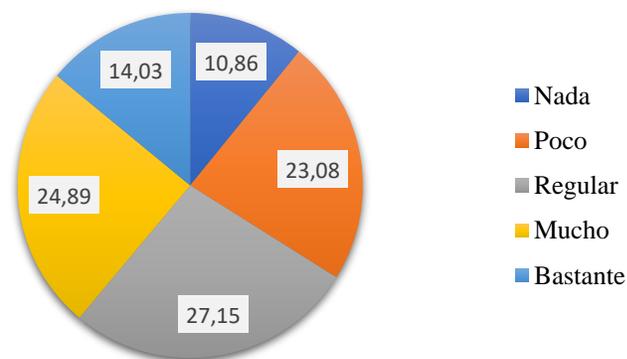


Figura 11: Resultados pregunta 5 (Fuente: Elaboración propia).

Pregunta 6.- ¿Tiene experiencia en el manejo del software Revit?

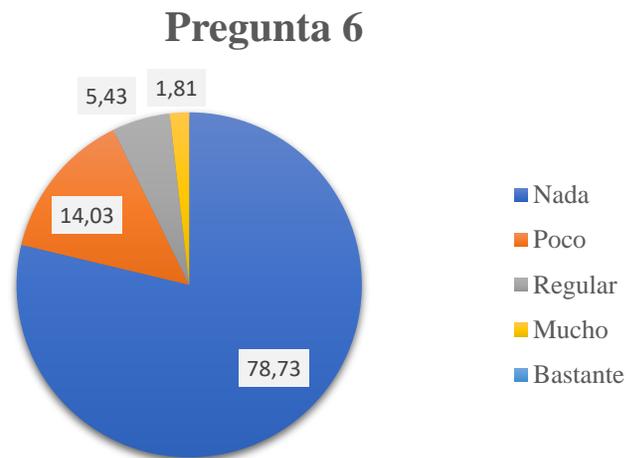


Figura 12: Resultados pregunta 6 (Fuente: Elaboración propia).

El 38.92% de los estudiantes tiene conocimiento de que el software Revit se emplea para la creación de modelos 3D y la aplicación de la metodología BIM. Sin embargo, el 78.73% no maneja este programa ya que en la facultad no se enseña en ninguna materia y los pocos que manejan Revit han tomado cursos externos debido a su relevancia para el campo laboral.

Pregunta 7.- ¿Considera que el aprendizaje del software Revit mejoraría sus competencias profesionales para facilitar su adecuación al modelado BIM?

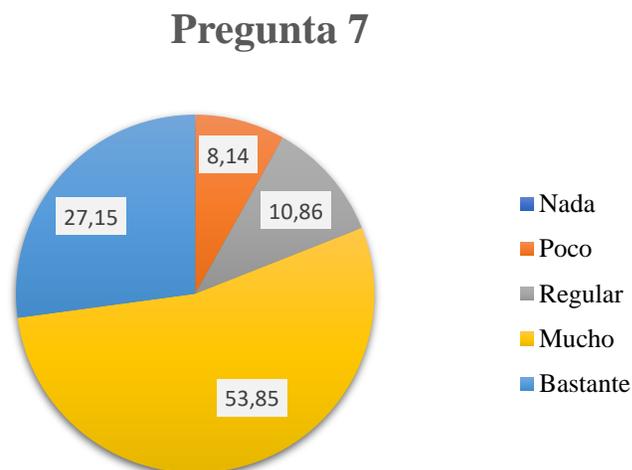


Figura 13: Resultados pregunta 7 (Fuente: Elaboración propia).

Pregunta 8.- ¿Considera que la carrera debe implementar la enseñanza de Revit?

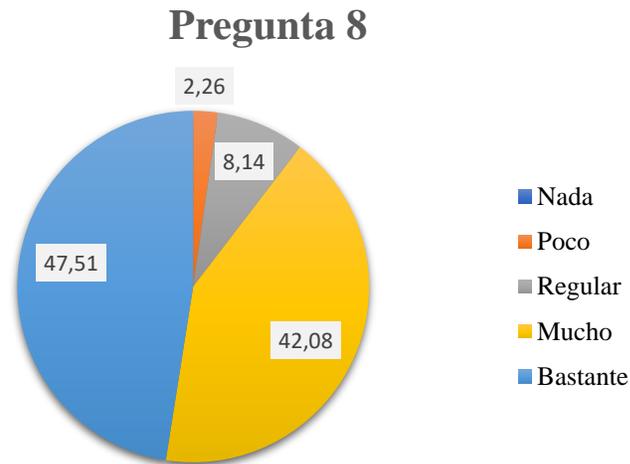


Figura 14: Resultados pregunta 8 (Fuente: Elaboración propia).

En el mercado laboral cada vez se hacen mayor uso de las tecnologías y esto es reflejado con el 85% de los estudiantes que consideran que aprender Revit mejorara sus competencias y el 89.59% tiene interés de aprender este programa.

Pregunta 9.- ¿Estaría de acuerdo con la incorporación del Revit como unidad temática dentro la asignatura de Dibujo Técnico Asistido por Computadora?

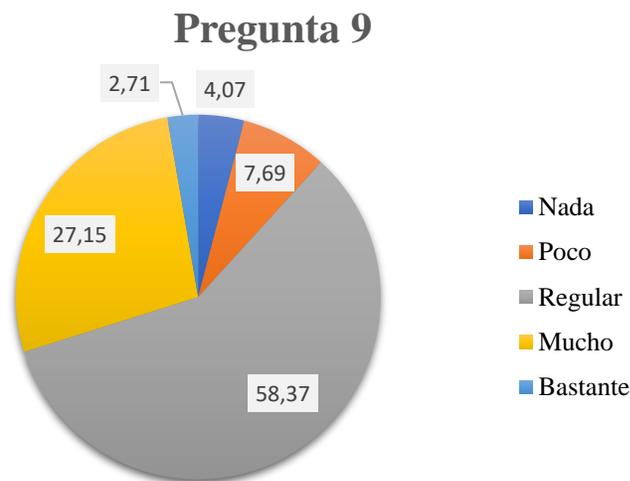


Figura 15: Resultados pregunta 8 (Fuente: Elaboración propia).

El 11.76% de los encuestados no está de acuerdo frente a un 29.86% que sí está de acuerdo con la incorporación de la enseñanza de Revit en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora.

2.2.2. Entrevista realizada al sector docente de la carrera de ingeniería civil

A continuación, se muestran los comentarios y opiniones recolectados mediante la entrevista aplicada al sector docente. La guía de la entrevista se encuentra en el Anexo 1.

- **Pregunta 1.-** ¿Qué importancia da usted a la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora, para el perfil del ingeniero civil?

Respuesta docente 1.- “Es fundamental el dominio de esta materia, pues se utiliza para básicamente todos los proyectos de las menciones de la carrera”

Respuesta docente 2.- “Es importante para el perfil del ingeniero civil, porque esta materia se dicta en todas las universidades y también en otras carreras como la ingeniería mecánica y eléctrica”

Análisis respuesta 1.- Consideran importante la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora en el perfil del ingeniero civil.

- **Pregunta 2.-** ¿Considera necesario implementar la enseñanza de otro software aparte de AutoCAD en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora enfocados para modelos en 3D? ¿Por qué?

Respuesta docente 1.- “Hay otros paquetes que podrían enseñarse, pero la limitante es que son estudiantes que prácticamente acaban de salir colegio y podrían llegar a ser muy complejos”

Respuesta docente 2.- “Enseñar otros programas aparte de AutoCAD, sería interesante especialmente aquellos enfocados en modelos 3D y hay varios que son interesantes que se pueden combinar con AutoCAD, pero hay que analizarla cual traería mejores beneficios a estudiantes”

Análisis respuesta 2.- Muestran buena aceptación para implementar la enseñanza de otros programas, pero sugieren realizar el análisis respectivo.

- **Pregunta 3.-** La aplicación de la metodología BIM en los proyectos de ingeniería y arquitectura es más frecuente en el mundo ¿Ha escuchado hablar de esta metodología?

Respuesta docente 1.- “Si, pero sin una normativa legal para reglamentar su aplicación, queda truncada su aplicación en el caso de nuestro país”

Respuesta docente 2.- “Sí, he escuchado hablar, BIM es una metodología de trabajo colaborativa que se está utilizando en las áreas de arquitectura e ingeniería, entre las ventajas que tiene, permite tener una buena planificación de la construcción”

Análisis respuesta 3.- Tienen conocimiento de la metodología BIM y de que en nuestra región aún no se cuentan con normativas para su correcta aplicación.

- **Pregunta 4.-** ¿En su opinión, considera que es posible implementar la enseñanza la metodología BIM en la carrera, o es más viable enseñar una herramienta del BIM como el software Revit por su ventaja para la creación de modelos 3D?

Respuesta docente 1.- “Si es posible, se puede implementar contenidos básicos en las materias adecuadas donde se contemple la aplicación de BIM y determinar en qué materias tiene mayor uso Revit para su enseñanza”

Respuesta docente 2.- “Se podría incluir un tema introductorio de BIM en los últimos semestres y el director puede analizar la posibilidad de lanzar un curso en Revit”

Análisis respuesta 4.- Ambos coinciden en que es posible enseñar BIM, pero solo como un contenido teórico de introducción, en cambio reconocen que es viable que la facultad imparta cursos de Revit.

- **Pregunta 5.-** ¿Considera que la enseñanza del software Revit mejoraría las competencias de los futuros profesionales? ¿Por qué?

Respuesta docente 1.- “Si, pues favorece el trabajo colaborativo multidisciplinario”

Respuesta docente 2.- “Si, ahora hay muchos programas para la carrera que facilitan bastante la elaboración de los proyectos e incluso mientras más programas manejan tiene más facilidad en conseguir trabajo”

Análisis respuesta 5.- Están de acuerdo que la enseñanza de nuevos programas como Revit es beneficiosa para los estudiantes porque fortalece sus conocimientos y habilidades, y les ayuda a tener una mayor competitividad en el mercado laboral.

- **Pregunta 6.-** ¿Considera que sería adecuado la incorporación del Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora? ¿Por qué?

Respuesta docente 1.- “Como esta materia no se imparte en la carrera, de inicio quizás pueda dictarse como un curso optativo, iguales a los cursos de SAP2000 que dicta la facultad y luego ver como incorporar su uso en la materia”

Respuesta docente 2.- “Podría ser bueno concatenar los últimos temas del contenido de AutoCAD, con Revit básico”

Análisis respuesta 6.- Demuestran aceptación para incluir la enseñanza de Revit en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora, lo cual respalda la propuesta que se está planteando en el presente trabajo.

- **Pregunta 7.-** ¿Tiene alguna sugerencia, observación o comentario?

Respuesta docente 1.- Sería interesante que se fomente el manejo de Excel, pero de nivel avanzado, porque todos los universitarios una vez que son profesional utilizan este paquete.

Respuesta docente 2.- Debería considerarse los paquetes más utilizados para cada mención como ArcGIS Pro, Iber, Revit, CSI Bridge y otros.

Análisis respuesta 7.- Consideran necesario implementar la enseñanza de más programas tecnológicos afines a la carrera de ingeniería civil y que serían de mucha utilidad en la vida profesional.

2.3. Propuesta para la implementación del software Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora.

2.3.1. Análisis de la propuesta

Es evidente la necesidad de incorporar la enseñanza de este programa debido a las ventajas que ofrece a los estudiantes, además pronto será imprescindible tener la habilidad de manejar Revit en el mercado laboral. Otro aspecto que refuerza esta propuesta es que el programa tiene aplicación en las cuatro menciones que ofrece la carrera de Ingeniería Civil en la USFX,

a diferencia de otros programas cuyo uso está orientado específicamente a una determinada mención. Sobre todo, la constante evolución tecnológica hace que su empleo sea más evidente en el sector de la ingeniería, ya que facilita en cierta medida el diseño, modelado y documentación de proyectos de construcción de manera más eficiente y precisa, por lo tanto, las unidades académicas deben estar a la vanguardia y actualizar sus contenidos temáticos para formar profesionales más competentes.

El análisis de los resultados de las encuestas y entrevistas muestran una respuesta positiva y una notable aceptación para implementar la enseñanza del software Revit en la carrera, sin embargo, para implementar el contenido de Revit en la materia identificada, la mayoría de los estudiantes manifiesta una postura indecisa, a diferencia de los docentes, quienes muestran predisposición para enseñarlo en la materia propuesta.

La Carrera de Ingeniería Civil actualmente cuenta con dos salas de computación y al realizar una revisión de las características mínimas que debe tener un equipo para la instalación y uso del programa Revit en la página de Autodesk se observa que son similares a las del programa AutoCAD, por lo tanto, no existirán inconvenientes para su instalación y uso en estas máquinas.

El programa Revit puede ser enseñado en tres fases como el nivel básico, intermedio y avanzado, por lo tanto, tomando en cuenta la postura de los docentes y estudiantes para la implementación de la unidad temática Revit en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora de la Carrera de Ingeniería Civil, se desarrolla la propuesta para enseñar Revit nivel básico e intermedio, tomando en cuenta el semestre en el cual se imparte la materia y la carga horaria que posee.

El programa Revit puede ser enseñado en tres fases: nivel básico, intermedio y avanzado. Por lo tanto, considerando la postura de los docentes y estudiantes respecto a la implementación de la unidad temática de Revit en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora de la carrera de Ingeniería Civil y tomando en cuenta el semestre en el cual se imparte la materia y la carga horaria disponible se desarrollará la propuesta para enseñar Revit en los niveles básico e intermedio.

2.3.2. Desarrollo de la propuesta

Revit permite la creación de modelos tridimensionales detallados, lo cual es fundamental para la visualización y el diseño preciso de proyectos de ingeniería, facilita la generación automática de planos, secciones y detalles constructivos a partir del modelo 3D, lo cual es vital para el seguimiento y control en obra, además Revit es una herramienta clave para la implementación de la metodología BIM.

Se integrará la enseñanza de AutoCAD y Revit en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora para mejorar las competencias y habilidades de los futuros profesionales. El contenido temático de AutoCAD que actualmente se imparte deberá ser optimizado, y la enseñanza de Revit abordará los contenidos básicos e intermedios para que los estudiantes desarrollen habilidades en la creación de modelos 3D. También se considera conveniente incrementar la carga horaria de la materia, actualmente se imparten dos horas teóricas y dos horas prácticas semanales, con la implementación de esta unidad temática se deberá contemplar aumentar una hora a las prácticas alcanzando un total de tres horas prácticas.

2.3.3. Contenidos de la unidad temática

La implementación de la unidad temática de Revit en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora enriquecerá la formación de los estudiantes, proporcionándoles competencias técnicas y preparándolos para las demandas del mercado laboral. Esta propuesta ofrece un enfoque estructurado y equilibrado para enseñar tanto los fundamentos básicos como las aplicaciones intermedias de Revit. El nivel avanzado de Revit abarca temas como Coordinación, Colaboración, Simulación y Análisis, este contenido está más orientado al modelado BIM; por lo tanto, no se recomienda que se imparta en esta etapa para evitar una sobrecarga de contenidos.

Para la enseñanza de la nueva unidad temática se recomiendan los contenidos de la siguiente tabla:

Tabla 1: Propuesta de la unidad temática Revit (Fuente: Elaboración propia)

Unidad Temática: Software Revit		
Objetivo particular: Proporcionar a los estudiantes una comprensión integral de Autodesk Revit, que les permita utilizar el software para crear y gestionar modelos 3D, así como elaborar planos, vistas, secciones y detalles constructivos de manera eficiente		
Sistema de conocimientos	Sistema de habilidades	Sistema de valores
<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a Revit. • Configuración inicial de proyectos. • Creación y edición de elementos básicos (muros, puertas, ventanas, suelos, techos, escaleras). • Creación de elementos estructurales (vigas, columnas, cimientos). • Modelado de instalaciones MEP. • Herramientas de modificación. • Creación de vistas, planos y secciones. • Anotaciones, cotas y generación de tablas de planificación. • Preparación de documentos y exportación de archivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza los conceptos para establecer la configuración inicial de los proyectos. • Crea correctamente elementos y detalles constructivos. • Utilizar herramientas de edición para ajustar y personalizar elementos. • Crea y edita anotaciones y cotas en los modelos. • Organiza y prepara láminas de presentación de los modelos utilizando las herramientas de visualización. • Exporta documentos en formatos de acuerdo a normativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destaca la utilidad de los conceptos básicos. • Reflexiona sobre las aplicaciones que tiene Revit en la ingeniería. • Reflexiona de la importancia y precisión del modelado. • Reflexiona de las técnicas avanzadas de modelado. • Valora la importancia y precisión en la creación y gestión de documentos técnicos. • Demuestra interés en el aprendizaje de nuevos conceptos.

2.3.4. Aspectos a contemplar

a) Distribución de tiempo

Tabla 2: Propuesta de la distribución de tiempo (Fuente: Elaboración propia)

Nº	Tema	Horas Teóricas	Horas Prácticas			Horas laboratorio	Horas virtuales	Horas evaluación	Total horas (por tema)
			Taller	Investigación	Extensión				
1	Software Revit	3				9	2	6	20
TOTAL HORAS SEMESTRE									20

b) Método de enseñanza

Al inicio del nuevo tema se procederá a impartir la teoría correspondiente, posteriormente el docente realizará la demostración práctica a través de un proyector para que los estudiantes realicen la misma actividad de manera paralela, en caso de existir dificultades de comprensión o seguimiento el docente debe resolver oportunamente las dificultades que presente el estudiante.

c) Recursos didácticos

Para la aplicación de la enseñanza en la asignatura, se hará uso de los siguientes recursos didácticos: Pizarra acrílica, Diapositivas, Proyector data Display, Computadora, Software.

El presente trabajo analiza la viabilidad de implementar el programa Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Se describieron las características del programa Revit, los motivos por los cuales es necesario implementar su enseñanza y los beneficios que traerá a los estudiantes en aspectos como nuevas habilidades y competencias para su vida profesional. Fueron empleados dos instrumentos para la recolección de información: la encuesta aplicada a estudiantes y la entrevista a los docentes, donde se recolectaron las opiniones y reacciones para evaluar la viabilidad de implementar la unidad temática propuesta en el presente trabajo. A partir de ello se tienen las siguientes conclusiones:

1. Tras realizar la revisión bibliográfica que se ha desarrollado en el capítulo uno, se ha identificado la necesidad de implementar la enseñanza del programa Revit. La integración de programa en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora permitirá a los estudiantes adquirir competencias técnicas en el modelado 3D y la documentación de proyectos, equipar a los estudiantes con habilidades en esta herramienta no solo aumenta su competitividad también los integra a un entorno BIM.
2. Los resultados obtenidos del instrumento aplicados a los estudiantes demuestran un interés notable por aprender este programa con el fin de mejorar sus competencias. De igual manera, los docentes consideran positiva la enseñanza del programa Revit en la carrera de ingeniería civil, por tales motivos la propuesta es viable.
3. Se elaboró una propuesta del contenido temático, tomando en cuenta contenidos básicos e intermedios que se deben impartir para que el aprendizaje no quede inconcluso y se logre una integración de conocimientos teóricos y habilidades prácticas. La aplicación de un nivel avanzado de Revit dependerá del estudiante, quien deberá actualizarse en base a las materias que cursará posteriormente.

Las sugieren las siguientes recomendaciones.

1. Realizada la propuesta de la unidad temática, se recomienda a la facultad de ingeniería civil implementar esta propuesta y evaluar los resultados positivos y negativos en los estudiantes.
2. Se recomienda analizar la viabilidad de incorporar otros programas aplicados al diseño, modelación y análisis de proyectos de ingeniería con el objeto de lograr una inclusión de más herramientas tecnológicas dentro del proceso de enseñanza - aprendizaje, para la formación integral de los estudiantes.
3. El uso de la metodología BIM está en auge en la industria de la construcción a nivel global y muy pronto también lo estará en nuestro país, Bolivia. Por lo tanto, equipar a los estudiantes con habilidades en esta herramienta será crucial. Se recomienda realizar planes para su enseñanza gradual en las aulas y luego implementarla en la malla curricular de la carrera de ingeniería civil.

- 1) Alarcón, P. C., & Chapa, T. de J. M. (2016). La importancia de la actualización de conocimientos como parte de la formación del docente universitario. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5), Article 5. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/420>
- 2) Autodesk Revit. (2024). *Autodesk Revit | Obtener precios y comprar el software Revit oficial*. <https://www.autodesk.com/es/products/revit/overview>
- 3) Barrios Zarta, J. (2021). *GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y MONOGRAFÍAS*. <https://repositorio.itfip.edu.co/handle/itfip/148>
- 4) Cadima Enríquez, C. R. (2021). *Guía de Elaboración—Monografía Documental y Aplicada*. Escuela Militar de Ingeniería. <https://www.emi.edu.bo/images/2023/04/GUIA%20DE%20MONOGRAFIA.pdf>
- 5) Center, R. A. C. (2014, julio 2). Pasar de CAD a BIM | ¿Hay diferencia? *RF AECO Competence Center*. <https://www.rfaeco.com/diferencia-entre-bim-y-cad/>
- 6) CGStudio. (2024, marzo 10). *Descubriendo el Poder de REVIT: 5 Beneficios Clave para estudiar esta potente herramienta*. <https://es.linkedin.com/pulse/descubriendo-el-poder-de-revit-5-beneficios-clave-para-estudiar-k88sf>
- 7) Consulting, formacad E. &. (2020, junio 3). *Historia del CAD y sus orígenes*. formacad Engineering & Consulting. <https://formacad.es/historia-del-cad-y-sus-origenes/>
- 8) Facultad de Civil. (2020). Ingeniería Civil. *Facultad de Ingeniería Civil*. <https://civil.usfx.bo/principal/ingenieria-civil/>
- 9) González Marquez, R. J., Gámez, F., & Soler, M. (2014). INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM. *The Spanish Journal of BIM*, 14, 48-54.
- 10) Huang, Y. (2018). Developing a Modular Advanced BIM Course in Construction Management. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.4236/jbcpr.2018.64014>
- 11) K, H. (2023, junio 16). BIM, Una Misión Posible. *Revista del Ascensor*. <https://revdelascensor.com/2023/06/16/bim-una-mision-posible/>

- 12) Konstruedu. (2024). *Introducción al modelado BIM con Revit*. <https://konstruedu.com/es/curso/introduccion-al-modelado-bim-con-revit>
- 13) Martínez Sánchez, G. (2017). *La utilización del programa Revit como recurso educativo para la mejora del aprendizaje de las instalaciones en viviendas en Tecnología de 4ºESO* [Master Thesis, Universidad Internacional de la Rioja, Facultad de Educación]. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/5933>
- 14) Molinare, A. (2012, mayo 8). *Las ventajas más importantes del BIM*. ArchDaily en Español. <https://www.archdaily.cl/cl/02-156508/las-ventajas-mas-importantes-del-bim>
- 15) Montaba Miró, J. (2021, febrero 14). *¿En qué países BIM es obligatorio para obras públicas?* ArchDaily en Español. <https://www.archdaily.cl/cl/956326/en-que-paises-bim-es-obligatorio-para-obras-publicas>
- 16) Prytz, J. C. (2020, octubre 13). *Diferencias entre AutoCAD y Revit*. Datech. <https://www.datech.es/software/diferencias-entre-autocad-y-revit/>
- 17) Rodrigo, D. (2019, noviembre 8). *¿Vale la pena hacer BIM en Bolivia?* Comité BIM Bolivia. <https://comitebimbolivia.wordpress.com/2019/11/08/vale-la-pena-hacer-bim-en-bolivia/>
- 18) Universidad de Chile. (2024). *Curso de Introducción al BIM: Autodesk Revit—Facultad de Arquitectura y Urbanismo*. <https://fau.uchile.cl/cursos/111594/curso-de-introduccion-al-bim-autodesk-revit>
- 19) USFX. (2023). FUNDACIÓN USFX. *Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca*. <https://usfx.bo/inicio/institucional/fundacion/>
- 20) Vicerrectorado, P. (2023, noviembre 7). *Festejará Ingeniería Civil su 30 aniversario. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca*. <https://usfx.bo/2023/11/07/festajara-ingenieria-civil-su-30-aniversario/>
- 21) Zigurat Global Institute of Technology. (2022, junio 13). *BIM en Bolivia: Estado de implementación de la metodología*. <https://www.e-zigurat.com/es/blog/metodologia-bim-en-bolivia/>

Anexos 1: Cuestionario de Entrevista dirigida a docentes

1. ¿Qué importancia da usted a la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora, para el perfil del ingeniero civil?
2. ¿Considera necesario implementar la enseñanza de otro software aparte de AutoCAD en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora enfocados para modelos en 3D? ¿Por qué?
3. La aplicación de la metodología BIM en los proyectos de ingeniería y arquitectura es más frecuente en el mundo ¿Ha escuchado hablar de esta metodología?
4. ¿En su opinión, considera que es posible implementar la enseñanza la metodología BIM en la carrera, o es más viable enseñar una herramienta del BIM como el software Revit por su ventaja para la creación de modelos 3D?
5. ¿Considera que la enseñanza del software Revit mejoraría las competencias de los futuros profesionales? ¿Por qué?
6. ¿Considera que sería adecuado la incorporación del Revit como unidad temática en la materia de Dibujo Técnico Asistido por Computadora? ¿Por qué?
7. ¿Tiene alguna sugerencia, observación o comentario?

¡Muchas gracias por su tiempo!

Anexos 2: Encuesta dirigida a estudiantes

Responda las preguntas eligiendo una respuesta, tomando en cuenta la siguiente escala de valores.

Descripción	Valor
Nada	1
Poco	2
Regular	3
Mucho	4
Bastante	5

Nº	Pregunta	Valor				
		1	2	3	4	5
1	¿Ha escuchado hablar de otro software para la generación de modelos 3D aparte de AutoCAD?					
2	¿Considera importante la modelación de infraestructura en 3D?					
3	¿Conoce o escucho hablar de la metodología BIM?					
4	¿Conoce que la aplicación de la metodología BIM se ha vuelto más requerida en los proyectos de la ingeniería civil?					
5	¿Conoce que el software Revit es uno de los programas más empleados para aplicar la metodología BIM por su ventaja para la creación de modelos 3D precisos de elementos arquitectónicos, estructurales y MEP?					
6	¿Tiene experiencia en el manejo del software Revit?					
7	¿Considera que el aprendizaje del software Revit mejoraría sus competencias profesionales para facilitar su adecuación al modelado BIM?					
8	¿Considera que la carrera debe implementar la enseñanza de Revit?					
9	¿Estaría de acuerdo con la incorporación del Revit como unidad temática dentro la asignatura de Dibujo Técnico Asistido por Computadora?					

¡Muchas gracias por su tiempo!