

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO**



**PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN
TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO SISTEMA BIM,
PARA LA ESCUELA DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE EL
SALVADOR**

PRESENTADO POR

LIC. ROXANA GUADALUPE LÓPEZ GALICIA

LIC. ZOILA MIRIAM VENTURA HENRÍQUEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**MAESTRA EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS.**

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LCDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE POSGRADO

DIRECTOR:

MSc. ELMER ARTURO CARBALLO RUÍZ

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**MAESTRA EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS**

Título :

**PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN
TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO SISTEMA BIM,
PARA LA ESCUELA DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE EL
SALVADOR**

Presentado por:

LIC. ROXANA GUADALUPE LÓPEZ GALICIA

LIC. ZOILA MIRIAM VENTURA HENRÍQUEZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

MSc. LUIS ERNESTO PAZ QUINTANILLA

SAN SALVADOR, FEBRERO 2025

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

MSc. LUIS ERNESTO PAZ QUINTANILLA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por permitirme llegar al final de este importante logro, brindándome fuerza y guía en cada paso del camino.

A la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Posgrado y Escuela de Arquitectura, por brindarnos las herramientas académicas y el apoyo institucional para desarrollar esta investigación.

Maestro Luis Ernesto Paz Quintanilla, por su orientación, paciencia y valioso conocimiento que enriquecieron este trabajo; su experiencia y compromiso fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

Arq. Manuel Garmendez y Maestro Elmer Carballo, por su valiosa colaboración y apoyo durante el desarrollo de esta investigación, aportando conocimientos y orientaciones clave que enriquecieron el trabajo académico.

Maestra Jeannette Elizabeth Sánchez de Pocasangre, por brindarme su apoyo cuando lo necesité, es una excelente persona.

Maestro David Orantes, por su motivación y apoyo incondicional durante el desarrollo de la maestría.

Lic. Roxana Galicia, mi compañera de tesis, por su apoyo y contribución en el desarrollo de este trabajo y ayudar a superar los retos que enfrentamos a lo largo de este proceso.

Dedico este trabajo a la memoria de mi padre, quien siempre me impulsó a buscar el éxito y me enseñó la importancia de perseverar en la vida, asimismo, honro la memoria de mi linda madre, quien fue mi mejor amiga y un pilar de amor y apoyo incondicional en mi vida.

A mis hijos: Kevin, gracias por estar a mi lado en los momentos más desafiantes de este proceso; tu apoyo incondicional y constante fue clave para superar cada obstáculo, Vanessa y Leo, les expreso mi más profundo agradecimiento por su aliento y respaldo, que fueron fundamentales para culminar este proyecto con éxito, los tres son el motor de mi vida.

A todos mis hermanos(as) que de una u otra forma me acompañaron en este proceso, gracias por su apoyo, confianza y aliento.

Zoila Miriam Ventura Henríquez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, fuente infinita de sabiduría, por iluminar mi camino y permitirme alcanzar esta meta.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad de El Salvador, en especial a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por brindarme la oportunidad de formarme como maestra y realizar esta investigación.

Mi más profundo agradecimiento al M.Sc. Luis Paz Quintanilla, cuyo liderazgo, paciencia, dedicación y conocimientos, su guía ha sido invaluable para el éxito de esta investigación, gracias a su apoyo pude superar los desafíos y alcanzar mis objetivos.

A la Licda. Miriam Ventura, mi compañera de tesis, a quien admiro mucho, le agradezco su colaboración, su entusiasmo y dedicación que fue fundamental para el desarrollo de este trabajo.

Expreso mi gratitud al Arq. Manuel Garméndez y al M.Sc. Elmer Carballo por su apoyo y apertura para la realización de esta investigación, su colaboración fue fundamental para el éxito del proyecto.

Agradezco a todos los profesionales de arquitectura e ingeniería civil, a los empleadores y expertos tanto nacionales como internacionales, que colaboraron en esta investigación, su experiencia y conocimientos enriquecieron significativamente este trabajo.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación, les agradezco por compartir sus conocimientos y experiencias.

A mi hija Ingrid, mi mayor motivación, le dedico este logro, tu amor y apoyo incondicional me dieron la fuerza para superar cualquier obstáculo, eres mi fuente de alegría e inspiración.

A mi madre Evangelina, por su apoyo incondicional y constante, le dedico este logro con todo mi cariño.

A mi padre, René, aunque ya no esté físicamente conmigo, sé que estaría muy orgulloso de este logro. Hasta el cielo papi.

¡A todos gracias!

Como decía Séneca, “la suerte es lo que ocurre cuando la preparación coincide con la oportunidad”.

Roxana Guadalupe López Galicia

INDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>viii</i>
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Antecedentes.....	11
1.2. Implementación en América Latina.....	13
1.3. Sistema BIM en El Salvador	14
1.4. Definición del Problema	15
1.5. Delimitación del Problema	16
1.6. Objetivos de la Investigación.....	18
1.6.1. Objetivo General	18
1.6.2. Objetivos Específicos.....	18
1.7. Justificación de la Investigación	18
1.8. Viabilidad de la Investigación	19
1.8.1. Viabilidad Técnica.....	19
1.8.2. Viabilidad de Equipo.....	20
1.8.3. Viabilidad Económica	20
1.8.4. Viabilidad Temporal	20
II. MARCO TEORICO	22
2.1. Concepto del Sistema BIM.....	22
2.2. BIM como Metodología	23
2.3. Normativa del Sistema BIM	23
2.4. Beneficios del Sistema BIM	24
2.5. Herramientas del Sistema BIM.....	26
2.6. Finalidad de la Tecnología BIM como un Proceso Integrado	28
2.7. Marco Legal	29
III. <i>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION</i>	<i>35</i>
3.1 Alcance de la Investigación.....	35
3.2 Unidades de Investigación.....	36
3.3 Técnicas de Recolección de Información	37
3.4 Procesamiento de la Información	37
IV. <i>PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACION</i>	<i>40</i>
4.1. Caracterización de Encuestas Dirigidas a Profesionales Graduados de Arquitectura e Ingeniería Civil.....	40

4.2.	Caracterización de Encuestas Dirigidas a los Empleadores.....	49
4.3.	Caracterización de Entrevistas Dirigidas a Autoridades Académicas.....	56
4.4.	Análisis Comparativo	56
<i>V.</i>	<i>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD</i>	<i>64</i>
5.1.	Análisis de Factibilidad	64
5.2.	Análisis de Viabilidad Financiera	73
5.3.	Propuesta de Plan de Estudios	84
5.4.	Plan de Implementación.....	187
	<i>CONCLUSIONES</i>	<i>199</i>
	<i>RECOMENDACIONES.....</i>	<i>200</i>
	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</i>	<i>202</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Estructura del Plan de Estudios según el Art.92 R.G.A.A. UES.</i>	32
<i>Tabla 2: Población Encuestada por Año de Titulación y Grado Profesional</i>	40
<i>Tabla 3: Distribución de la Población en Estudio por Edad, Género y Grado Profesional</i>	41
<i>Tabla 4: Distribución de Preferencias por Maestrías según Ocupación</i>	43
<i>Tabla 5: Rango de Disposición para Pago de Programa de Maestría</i>	45
<i>Tabla 6: Preferencias de Modalidad de Estudio para el Programa de Maestría por Título de Grado Obtenido</i>	45
<i>Tabla 7: Cantidad de Empresas Encuestadas por Sector</i>	49
<i>Tabla 8: Distribución de Empresas Encuestadas por Sector y Tamaño</i>	50
<i>Tabla 9: Nivel de Importancia de Uso de BIM según las Empresas Encuestadas</i>	50
<i>Tabla 10: Distribución de las Empresas Encuestadas por Ubicación Geográfica</i>	52
<i>Tabla 11: Criterios Para Pago Docentes de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura</i>	74
<i>Tabla 12: Relación Entre Unidades Valorativas y Horas de Trabajo</i>	74
<i>Tabla 13: Asignaturas que Conforman el Plan de Estudios, con sus Respectivas Unidades Valorativas</i>	75
<i>Tabla 14: Inversión de Maestrandos Graduados de la Universidad de El Salvador, por Reingreso al Programa de Maestría</i>	76
<i>Tabla 15: Inversión de Maestrandos Graduados de Universidades Privadas, por Ingreso al Programa de Maestría</i>	76
<i>Tabla 16: Inversión Maestrandos por Ingreso al Programa de Maestría</i>	77
<i>Tabla 17: Detalle del Equipo con el que Cuenta la Escuela de Posgrado</i>	77
<i>Tabla 18: Inversión Directa Asociada a la Implementación del Programa de Maestría</i>	78
<i>Tabla 19: Inversión en Contratación de Docentes Para Implementación de Maestría</i>	79
<i>Tabla 20: Inversión en Traslado de Docente Internacional</i>	79
<i>Tabla 21: Inversión por Asesoría de Tesis</i>	80
<i>Tabla 22: Inversión Pago Coordinador, por Programa de Maestría</i>	80
<i>Tabla 23: Desglose del Total de Inversión e Ingresos</i>	83

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Trayectoria del BIM por País.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2 Plataforma BIM</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3 Herramientas del Sistema BIM.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 4 Técnicas de Recolección de Información.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 5 Procesamiento de la Información.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 6 Nivel de Interés en Inscribirse en un Programa de Maestría con Especialidad en el Área de Arquitectura</i>	<i>42</i>
<i>Figura 7 Razones Principales para Especializarse en BIM.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 8 Universidades con Estudios de Maestría Especializados en la Rama de Arquitectura e Ingeniería Civil.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 9 Tipos de Apoyo que Ofrecerían las Empresas a sus Colaboradores para Especializarse en BIM.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 10 Competencias más Demandadas por Empleadores en el uso de BIM</i>	<i>53</i>
<i>Figura 11 Área del Conocimiento que Deben Dominar los Especialistas en BIM según los Empleadores</i>	<i>54</i>
<i>Figura 12 Beneficios de Contar con Personal Especializado en BIM, Según los Empleadores.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 13 Recursos Requeridos Para la Implementación del Programa de Maestría en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.....</i>	<i>59</i>

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, el sector de la construcción enfrenta desafíos sin precedentes debido a la creciente complejidad de los proyectos, la necesidad de eficiencia en los recursos y la demanda de sostenibilidad ambiental. Frente a este panorama, el Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una metodología innovadora que integra datos multidisciplinarios en modelos digitales para optimizar cada etapa del ciclo de vida de un proyecto constructivo. Este enfoque colaborativo y basado en tecnología, no solo mejora la calidad y precisión de los diseños, sino que también facilita la gestión eficiente de recursos, tiempos y costos, transformando radicalmente la forma en que se conciben, desarrollan y gestionan los proyectos de construcción a nivel global.

En El Salvador, sin embargo, la adopción de BIM está aún en sus primeras fases, ya que a pesar del creciente interés en esta metodología y de iniciativas iniciales por parte de instituciones gubernamentales, empresas privadas y organizaciones internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el país carece de una infraestructura formativa sólida que permita preparar a los profesionales en el uso avanzado de BIM. Las universidades, incluyendo la Universidad de El Salvador, no han incorporado de manera integral esta metodología en sus planes de estudio, lo que crea una brecha significativa entre las competencias actuales de los egresados y las demandas del mercado laboral global, limitando la competitividad de los profesionales salvadoreños en un sector cada vez más globalizado.

Reconociendo esta necesidad crítica, la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, a través de su Escuela de Posgrado, propone la creación de una Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, este programa está diseñado para responder a las demandas emergentes de la industria de la construcción, ofreciendo a los profesionales las competencias técnicas, metodológicas y estratégicas necesarias para implementar BIM en proyectos de diversa escala y complejidad.

La maestría no solo busca capacitar a los profesionales en el uso de herramientas avanzadas como Revit, ArchiCAD y Navisworks, sino también en el desarrollo de habilidades estratégicas como la coordinación de equipos multidisciplinarios, la detección de conflictos en diseño, la planificación energética y la optimización de costos, estas competencias están alineadas con los estándares internacionales establecidos por organismos como la ISO 19650 y

las prácticas recomendadas por la buildingSMART International, garantizando que los egresados sean competitivos a nivel global.

El desarrollo de esta maestría no es una iniciativa aislada, ya que está respaldada por un análisis exhaustivo del mercado laboral, que incluye encuestas a profesionales de la Arquitectura e Ingeniería Civil, entrevistas con empleadores del sector construcción y una revisión comparativa de programas académicos similares en otras universidades. Los resultados de este análisis han revelado una demanda significativa por un programa de especialización en BIM en el país, así como una clara disposición de los profesionales y empleadores para adoptar esta metodología como un estándar en sus prácticas.

La implementación de este programa representa una oportunidad estratégica para la Universidad de El Salvador, de posicionarse como líder en la formación de especialistas en BIM en la región, además, responde a las recomendaciones internacionales de promover la transformación digital en el sector construcción, fomentando prácticas sostenibles, eficientes y transparentes. Al mismo tiempo, contribuye al desarrollo económico del país al fortalecer las capacidades técnicas del talento humano y potenciar la competitividad del sector construcción.

En este documento, se detallan los objetivos, justificación, estructura curricular y plan de implementación de la maestría propuesta. Se presenta también un análisis de viabilidad técnica, económica y académica, que respalda la pertinencia y sostenibilidad del programa. Con esta iniciativa, la Universidad de El Salvador reafirma su compromiso con la innovación, la excelencia académica y el desarrollo profesional, posicionándose como una institución que anticipa y responde a las necesidades cambiantes de un mundo globalizado y tecnológicamente avanzado.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Implementación en América Latina
- 1.3. Sistema BIM en El Salvador
- 1.4. Definición del Problema
- 1.5. Delimitación del Problema
- 1.6. Objetivos de la Investigación
 - 1.6.1 Marco Legal
 - 1.6.2 Objetivos Específicos
- 1.7. Justificación de la Investigación
- 1.8. Viabilidad de la Investigación
 - 1.8.1 Viabilidad Técnica
 - 1.8.2. Viabilidad del Equipo
 - 1.8.3. Viabilidad Económica
 - 1.8.4. Viabilidad Temporal

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Los problemas en la construcción siempre han preocupado por la necesidad de información confiable. Con la llegada de las computadoras, surgió la posibilidad de gestionar datos y hacer cálculos, lo que el sector de la construcción vio como potencial.

Desde 1974, Charles-Eastman introdujo el concepto de BIM con su investigación "Building Description System". En 1985, Simon J. Ruffle habló del "Modelo de Edificio", promoviendo el uso de sistemas informáticos para tareas de representación, liberando a los diseñadores para actividades creativas.

En 1986, Graphisoft lanzó ArchiCAD, un "Edificio Virtual" que permitía almacenar y manejar datos para generar geometría 2D y 3D. Tras adquirir Revit Technology Corporation en 2002, Autodesk presentó "Building Information Modeling", destacando tres características clave: bases de datos digitales, gestión de cambios y captura de información.

En 2004, Autodesk lanzó Autodesk Revit como su solución BIM para arquitectura, expandiéndose luego a ingeniería estructural, mecatrónica, eléctrica e hidráulica; el término BIM, propuesto por Autodesk, se popularizó y unificó el mercado de software de construcción.

Por medio del desarrollo de BIM, Autodesk ha propiciado que existan estándares internacionales para el sector de la construcción; así es como el BIM ha sido adoptado mundialmente, con lo que se han creado políticas para la reglamentación de esta solución como orden pública en la aprobación de proyectos de construcción en distintos países.

Los distintos actores del sector inmobiliario deben conocer estos procesos y herramientas tecnológicas, ya que los sistemas BIM son resultado de una gran optimización de todas las acciones que intervienen en el proceso de construcción y gestión de una edificación, cuyo beneficio se ve reflejado en la reducción de costos y plazos de ejecución.

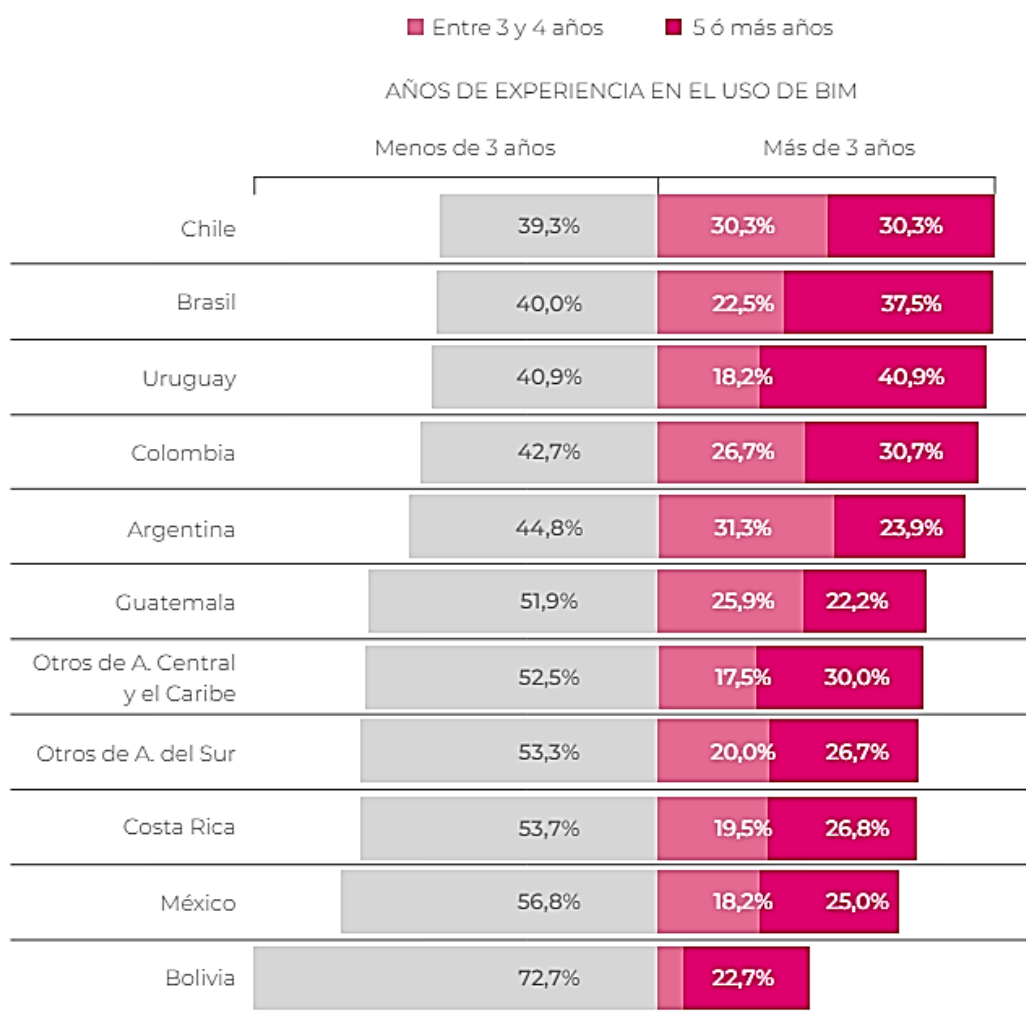
Implementación

La figura 1, presenta un gráfico sobre la trayectoria del BIM (Building Information Modeling) por país en América Latina y el Caribe, según una encuesta realizada en 2020. Los datos están segmentados en cuatro categorías de experiencia:

- Menos de 3 años
- Entre 3 y 4 años
- 5 o más años

Figura 1

Trayectoria del BIM por País



Fuente: Encuesta BIM América Latina y El Caribe 2020.

Nota: Cada barra en el gráfico representa un país y está subdividida para mostrar el porcentaje de profesionales en cada categoría de experiencia.

Este gráfico muestra la diversidad en la adopción y experiencia en el uso de BIM en diferentes países de la región; donde podemos observar que, en general, la mayoría de los usuarios en varios países tienen menos de 3 años de experiencia, pero hay una variación notable en la experiencia de uso de BIM entre los países.

- ✓ La mayoría de los países tienen una proporción significativa de profesionales con menos de 3 años de experiencia en el uso de BIM.
- ✓ Bolivia tiene el porcentaje más alto de usuarios con menos de 3 años de experiencia (72.7%).
- ✓ Uruguay y Chile destacan por tener un porcentaje relativamente alto de profesionales con 5 o más años de experiencia (40.9% y 30.3% respectivamente)
- ✓ Brasil también tiene una proporción considerable de usuarios con 5 o más años de experiencia (37.5%).

La trayectoria del BIM en América Latina y el Caribe varía significativamente entre los países, ya que algunos como Brasil y Chile, muestran una adopción más temprana y una mayor proporción de usuarios experimentados, mientras que otros, como Guatemala y Bolivia, están en etapas iniciales de adopción.

Estos patrones indican diferentes velocidades de adopción y madurez en el uso del BIM en la región, lo cual puede estar influenciado por factores económicos, educativos y de infraestructura tecnológica en cada país.

En América Latina y el Caribe 2020 se realizó una encuesta BIM, a través de un esfuerzo colaborativo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Grupo Específico de Trabajo BIM Fórum Latam de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), a partir de la cual se logró recabar información de 18 países de la región de manera simultánea y alcanzar un volumen de casos importantes.

1.2. Implementación en América Latina.

La Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos es una organización que agrupa ocho países de la región (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay).

El panorama a nivel regional es heterogéneo Brasil y Chile son los países que concentran las empresas de mayor trayectoria en el trabajo con BIM, junto con Uruguay, Colombia y Argentina integran el grupo de los países con empresas de mayor trayectoria. (Lacaze, 2022).

La Red BIM GOB Latam representa un esfuerzo colaborativo sin precedentes en Latinoamérica para impulsar la implementación de BIM; ya que a través de la cooperación entre diversos países de la región, esta red busca promover la transformación digital, estandarizar prácticas y herramientas y maximizar el intercambio de conocimientos y experiencias; y a pesar de que enfrenta desafíos significativos, como la diversidad de contextos y la necesidad de coordinación, la Red BIM GOB Latam ofrece oportunidades únicas para avanzar hacia una industria de la construcción más eficiente, transparente y sostenible en la región. (BIM, 2024).

1.3. Sistema BIM en El Salvador

En El Salvador, la incorporación de tecnologías avanzadas en los campos de la arquitectura y la ingeniería aún se encuentra en una etapa emergente; por lo que las instituciones educativas tienen el desafío de adaptar sus programas académicos para incluir competencias tecnológicas que respondan a las nuevas demandas profesionales. La Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, consciente de este panorama, reconoce la importancia estratégica de integrar el BIM en su oferta educativa.

En el año 2021, el gobierno salvadoreño, con el apoyo del BID, realizó un mapeo de actores institucionales de la construcción civil para conocer el nivel de adopción de BIM en el sector de la construcción nacional; donde se identificaron más de 70 instituciones públicas y privadas interesadas en la agenda de transformación digital del sector. (Dalaison, del Barrio , Henriquez, Lacaze , & Tala, 2022).

Además, el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte (MOPT) ha participado en talleres para la implementación del BIM en la institución, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y mejorar los procesos que llevan a la construcción de infraestructura pública.

Su implementación en el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte y en sector público del país es promovido por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); forma parte del primero de los componentes de la Cooperación Técnica que el BID realiza a través de la División de la

Competitividad, Tecnología e Innovación que brinda a El Salvador, para fomentar su uso en la construcción pública. (Transporte, 2023).

Capacitación y Educación

Instituciones Educativas: Universidades y centros de formación técnica en El Salvador están comenzando a incluir cursos y talleres de BIM en sus programas de arquitectura, ingeniería y construcción, lo cual es crucial para preparar a la próxima generación de profesionales.

Capacitación Profesional: Asociaciones como el Colegio de Arquitectos de El Salvador y la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción han desarrollado seminarios y cursos de actualización para profesionales en ejercicio, enfocados en las ventajas y el uso práctico de BIM.

1.4. Definición del Problema

El BIM se promueve como una metodología de trabajo colaborativo que permite integrar e intercambiar información entre las diferentes disciplinas que integran todo el proceso constructivo de manera eficiente.

El Building Information Modeling (BIM) ha revolucionado la manera en que los proyectos arquitectónicos y de construcción son diseñados, ejecutados y gestionados a nivel mundial.; ya que a pesar de su creciente reconocimiento como un estándar de la industria en muchos países, en El Salvador la integración de BIM en los procesos de construcción y diseño arquitectónico es aún incipiente; lo que representa un problema multifacético que afecta no solo la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos, sino también la competitividad internacional de los profesionales del país.

Actualmente, la mayoría de los currículos en la Escuela de Arquitectura y Facultades de Ingeniería en El Salvador no incluyen formación especializada en BIM, lo que genera una brecha significativa entre las habilidades adquiridas por los estudiantes durante su formación académica y las demandas del mercado laboral global; este vacío en la capacitación ha limitado la capacidad de los profesionales para participar en proyectos internacionales y reduce la competitividad del sector de la construcción nacional.

La incorporación efectiva de BIM en los programas educativos requiere de inversiones en infraestructura tecnológica y en capacitación docente, áreas en las que muchas universidades salvadoreñas encuentran limitaciones, ya que sin los recursos adecuados para ofrecer una formación avanzada en BIM, las instituciones educativas luchan por mantenerse al día con las innovaciones tecnológicas que están definiendo el futuro de la construcción y la arquitectura a nivel mundial.

A nivel nacional, falta una estrategia clara que promueva y facilite la adopción de BIM en la industria de la construcción; esto incluye desde la normativa que regule y promueva su uso hasta programas de incentivos que motiven a las empresas a adoptar esta tecnología. La ausencia de políticas públicas en este sentido no solo retrasa la modernización de la industria de la construcción, sino que también impide que el país aproveche plenamente las ventajas de eficiencia y sostenibilidad que el BIM puede ofrecer.

La arquitectura y la construcción son disciplinas cada vez más globalizadas, por lo que sin un enfoque que integre herramientas modernas como BIM, los profesionales salvadoreños enfrentan el riesgo de quedar marginados en un mercado cada vez más competitivo y tecnológicamente avanzado. Esta situación plantea un desafío crítico para la educación superior en El Salvador, la cual debe evolucionar rápidamente para preparar a sus estudiantes no solo para el mercado local, sino también para el internacional.

1.5. Delimitación del Problema

La delimitación del problema en este trabajo se realizó en términos espaciales y temporales claros, asegurando un enfoque específico y dirigido a maximizar la eficiencia y relevancia del estudio.

Espacialmente, el estudio se centró prioritariamente en la Escuela de Arquitectura y la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador, debido a su papel estratégico como institución pública líder en la formación de profesionales en el ámbito de la construcción y diseño. Además, se tomaron en cuenta las normativas legales y las regulaciones educativas específicas de la Universidad de El Salvador, lo que permitió ajustar el enfoque a las particularidades del mercado educativo y profesional del país, esta delimitación responde a la necesidad de fortalecer la oferta educativa en áreas técnicas y tecnológicas de alta demanda, aprovechando la infraestructura académica y administrativa de la universidad.

No obstante, aunque se da preferencia a los graduados de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil, la propuesta también está abierta a profesionales de disciplinas afines e interesados en adquirir competencias avanzadas en el uso del Sistema BIM. Este enfoque inclusivo busca captar talento de áreas relacionadas, como ingeniería industrial, ingeniería mecánica, diseño urbano, entre otras, ampliando el impacto del programa en el sector construcción y fortaleciendo las capacidades de los profesionales salvadoreños en diversas especialidades.

Esta ampliación de alcance permite no solo cubrir las necesidades específicas de los egresados de la Universidad de El Salvador, sino también ofrecer una alternativa formativa relevante para todos los interesados en la región, fomentando la integración de diferentes disciplinas en proyectos colaborativos, uno de los pilares fundamentales del BIM.

Temporalmente, el estudio se planificó para desarrollarse dentro de un marco temporal preciso, comenzando en abril y finalizando en el mes de noviembre del presente año, de acuerdo con el calendario académico de la Escuela de posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

La delimitación también especificó claramente los límites del estudio, ya que no se incluyeron inversiones en infraestructura ni se hizo lanzamiento del programa de Maestría como parte de esta fase del proyecto; sin embargo, se elaboró una propuesta detallada basada en un análisis exhaustivo de la viabilidad y la necesidad del programa, esta propuesta ha sido revisada y aprobada por parte de la comisión curricular de la escuela para su posible implementación.

Por lo tanto, se ha elaborado una base sólida y bien fundamentada sobre la cual se pueden tomar decisiones informadas para futuras acciones; lo que garantiza que los recursos sean utilizados de manera eficaz y que el programa, si se aprueba, se ajuste estrechamente con las necesidades y capacidades institucionales y nacionales.

1.6. Objetivos de la Investigación

1.6.1. Objetivo General

- Elaborar Plan de Estudio de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, para la Escuela de Posgrado de la Universidad de El Salvador, año 2025.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Identificar la demanda potencial de profesionales interesados en especializarse en BIM, a través de un estudio detallado, incluyendo la evaluación de necesidades de formación actuales y futuras en el sector de la arquitectura y la construcción.
- Diseñar el programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, para la Escuela de Posgrado de la Universidad de El Salvador.
- Evaluar la viabilidad, factibilidad y sostenibilidad a largo plazo del programa de Maestría a través de un análisis financiero.
- Formular el plan de implementación de la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, para la Escuela de Posgrado de la Universidad de El Salvador.

1.7. Justificación de la Investigación

Para desarrollar el plan de investigación para la creación de la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, a través de la Escuela de Arquitectura y la Unidad de Posgrados de la Universidad de El Salvador, se identificó una necesidad crítica de adaptación y mejora formativa. Este proyecto busca no solo aumentar las capacidades de los exalumnos en tecnologías emergentes y prácticas avanzadas, sino también responder efectivamente a las demandas cambiantes del mercado laboral en la construcción, elevando la competitividad de la institución frente a otras que ofrecen carreras similares en arquitectura.

Se desarrolló este proyecto de investigación considerando la falta de un Programa de Maestría en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, se identificó como una

brecha significativa en la oferta educativa de la institución, además existe una demanda creciente en el mercado local de profesionales altamente especializados en el campo de la arquitectura.

Además, se observó un interés institucional marcado por parte de la Escuela de Arquitectura para ofrecer un programa de Maestría a sus graduados y de los profesionales por adquirir conocimientos y competencias avanzadas, ya que se identificó deficiencia en la introducción y dominio de las tecnologías emergentes en el ámbito arquitectónico.

Los beneficiarios de la investigación serán la Escuela de Posgrado, la Escuela de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador y los profesionales que deseen especializarse con estudios de Maestría en el sistema BIM enriqueciendo su perfil académico a nivel nacional e internacional; lo cual permite que la facultad no solo mejore su oferta educativa, sino que también fortalezca el mercado laboral con profesionales altamente capacitados y preparados para los desafíos del futuro.

1.8. Viabilidad de la Investigación

La viabilidad para el plan de investigación que culminó con la propuesta del Plan de Estudio de la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM para la Escuela de Posgrado de la Universidad de El Salvador, se sustenta en diversos aspectos fundamentales:

La necesidad de esta investigación surgió de la ausencia de una oferta de un programa de Maestría especializada, para los estudiantes graduados de la Escuela de Arquitectura; el objetivo fue identificar esa necesidad y desarrollar un programa de estudio que forme a profesionales capacitados para satisfacerla de manera integral.

1.8.1. Viabilidad Técnica

Se realizó gracias a la colaboración del Director de la Escuela de Arquitectura, junto con su red de contactos nacionales e internacionales y Docentes de la Escuela de Arquitectura, enriquecedora para el proyecto de investigación, para revisión y seguimiento del trabajo a lo largo de su redacción; lo que enriqueció significativamente la calidad académica del programa, al permitir la incorporación de expertos internacionales en el campo de la tecnología BIM.

1.8.2. Viabilidad de Equipo

Además, se dispuso de los recursos necesarios para llevar a cabo la investigación de manera efectiva ya que se contó con el equipo informático requerido, un sólido conocimiento en el manejo de plataformas, programación de reuniones en línea y realización del trabajo.

1.8.3. Viabilidad Económica

La inversión asociada con la investigación fue cubierta con recursos propios, lo que garantizó su continuidad y calidad.

1.8.4. Viabilidad Temporal

Se contó con la disposición del equipo de trabajo, los recursos disponibles y el cronograma propuesto por la Escuela de Posgrado, además se determinó que la investigación se realizaría en el periodo de abril a noviembre del presente año. Este tiempo permitió abordar de manera exhaustiva cada fase del proyecto, asegurando resultados sólidos y relevantes para la implementación exitosa del programa de Maestría.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Concepto del Sistema BIM

2.2. BIM como Metodología

2.3. Normativa del Sistema BIM

2.4. Beneficios del Sistema BIM

2.5. Herramientas del Sistema BIM

2.6. Finalidad de la Tecnología BIM como un Proceso Integrado

2.7. Marco Legal

II. MARCO TEORICO

En la actualidad la tecnología es parte de las demandas en diferentes campos laborales, por ejemplo, en el rubro de la construcción es relevante innovar, debido a la competitividad en las empresas. De acuerdo con el Banco Central de Reserva en su informe trimestral del 2023, según el PIB enfoque de la producción, el sector construcción registró un 10.6% de crecimiento anual (Banco Central de Reserva , 2023), lo cual demanda de formación especializada para los profesionales de Arquitectura e Ingeniería Civil, para esto se consideró la metodología que está en tendencia, conocida como BIM.

El presente marco teórico profundiza en los elementos de transformación digital que ha experimentado el sector de la construcción con la incorporación del modelo BIM, explicando en que consiste y su evolución; así como abordando la importancia de incorporar dicho modelo en la formación universitaria, a través de la implementación del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM.

2.1. Concepto del Sistema BIM

BIM (Building Information Modeling) traducido al español como Modelado de la Información del Edificio, se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas, caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar; esta información puede ser de tipo formal, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc.

La tecnología BIM tiene presente la idea que un edificio se debe poder estudiar durante todo su ciclo de vida; esto incluye la fase de conceptualización, diseño, ejecución y también la de mantenimiento, así, sus futuros usuarios podrán acceder a información que les será útil para, por ejemplo, planificar el mantenimiento del edificio o para realizar la reparación de una instalación concreta. (Picó, 2008).

2.2. BIM como Metodología

La industria de la construcción y el diseño arquitectónico han experimentado una transformación significativa con el paso del tiempo, ya que tradicionalmente, los proyectos de construcción se desarrollaban utilizando planos en 2D, lo que conllevaba diversas limitaciones en términos de precisión, colaboración y gestión de información, estos métodos requerían una gran cantidad de documentación física y estaban propensos a errores y malentendidos entre los distintos actores involucrados en un proyecto.

Con el avance de la tecnología, surgieron nuevas herramientas digitales que permitieron mejorar la visualización y el control de los proyectos.

El modelo ha tenido una evolución en sus procesos desde sus sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, incorporando información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D), dicha metodología impulsa un cambio en las dinámicas de trabajo y la cultura organizacional de las empresas, donde la colaboración y el fortalecimiento de los canales de comunicación se convierten en elementos esenciales para asegurar su éxito. (Andrade Carrillo & Peralta Ramírez, 2021).

2.3. Normativa del Sistema BIM

Para la implementación de la metodología BIM, existen estándares mundiales que se han establecido para dar directrices que permitan realizar un trabajo organizado, colaborativo entre las partes interesadas en el proceso de construcción, por lo que además de la buildingSMART International como líder de creación de estándares para la digitalización del sector AECO, existe la ISO por su acrónimo Organización Internacional de Normalización, la cual es una entidad no gubernamental con sede en Ginebra. (Soto, Manriquez, Tala, Suaznabar, & Henriquez, 2022).

La norma ISO 19650 es un estándar internacional que establece los principios fundamentales y requisitos para la gestión de información en la construcción, su objetivo es optimizar la colaboración, la transparencia, la trazabilidad, la gestión eficiente de datos e intercambio de información entre los diferentes agentes involucrados en todas las etapas del proyecto de construcción.

Es por eso que existen diversas herramientas y software especializados que facilitan la implementación de la norma ISO 19650, como plataformas de gestión documental, sistemas de modelado de información de construcción (BIM) y soluciones de intercambio de datos. (NormasISO.org, 2024).

La ISO 19650 se complementa con otras normas internacionales que abarcan diferentes ámbitos; algunas de ellas son ISO27001 para la seguridad de la información, la ISO 9001 para la gestión de la calidad y la ISO 14001 para la gestión ambiental; estas normas se integran de manera coordinada para garantizar un enfoque integral en la gestión de la información y los activos en proyectos de construcción.

Obtener la certificación ISO 19650 es una manera de demostrar que una organización ha implementado adecuadamente los procesos y requisitos establecidos por esta norma, y luego de realizar una auditoria exhaustiva, se le otorga un certificado que avala el cumplimiento de estándares internacionales de gestión de proyectos de construcción e ingeniería civil. (ISO-INFO.net, s.f.).

2.4. Beneficios del Sistema BIM

BIM se utiliza para crear y administrar datos durante el proceso de diseño, construcción y operaciones, integra datos multidisciplinarios para crear representaciones digitales detalladas que se administran en una plataforma abierta en la nube, a fin de permitir la colaboración en tiempo real, proporcionando mayor visibilidad, una mejor toma de decisiones, opciones más sostenibles ahorro en la inversión de proyectos de la arquitectura, ingeniería y construcción.

A continuación, se describen las fases principales del sistema BIM y como contribuyen al éxito de los proyectos:

Planificación

Informe al equipo de planificación de proyectos mediante la combinación de datos del mundo real con herramientas de captura de la realidad, para generar modelos en contexto del entorno construido y natural.

Diseño

Durante esta fase tienen lugar el diseño conceptual, el análisis, el detallado y la documentación; el proceso previo a la construcción empieza a utilizar datos de BIM para orientar al equipo de programación y logística.

Construcción

Durante esta fase, el equipo de fabricación comienza a utilizar las especificaciones de BIM; los datos logísticos de construcción del proyecto se comparten con los profesionales y contratistas para garantizar una eficiencia y unos plazos óptimos.

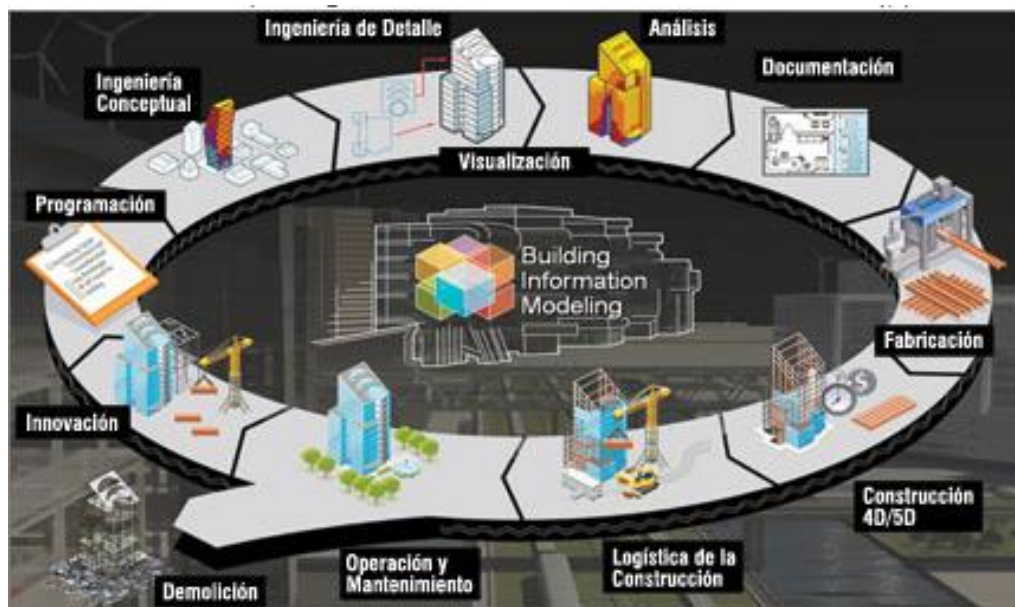
Operaciones

Los datos de BIM se transfieren al equipo de operaciones y mantenimiento de los componentes finalizados. Los datos de BIM se pueden utilizar más adelante para hacer una rehabilitación económica o desmontar una construcción eficazmente. (Autodesk, 2024).

La figura 2, muestra las principales fases del Building Information Modeling (BIM), desde la programación e ingeniería conceptual hasta la operación, mantenimiento e innovación, destacando su capacidad para integrar procesos como diseño, análisis, documentación, construcción 4D/5D y logística en un flujo continuo y colaborativo.

Figura 2

Plataforma BIM



Fuente: Revista EMB Construcción – Plataformas BIM

BIM Fórum Chile es una organización que promueve el uso y desarrollo de la metodología BIM en la industria de la construcción en Chile, su objetivo principal es impulsar la adopción de esta tecnología para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y calidad de los proyectos, así como fortalecer la colaboración entre los distintos actores del sector.

El BIM Fórum Chile plantea dos grandes enfoques de beneficios:

Beneficios para los usuarios

El uso de la metodología y herramientas BIM permite establecer un estándar de desarrollo de proyectos, un orden, una mejora en la productividad; una vez superada la curva de aprendizaje, permite mayor rendimiento o menores plazos y mayor control en el desarrollo de tareas habituales; logrando cubicaciones y planimetrías rápidamente, reduciendo modificaciones, cambios de versiones y consultas por inconsistencias o falta de definiciones. El beneficio real que se obtenga de BIM depende de diversos factores, como los objetivos buscados por cada participante, la capacidad de comunicación entre actores, capacidades tecnológicas y humanas de cada oficina, entre otros.

Beneficios para el proyecto

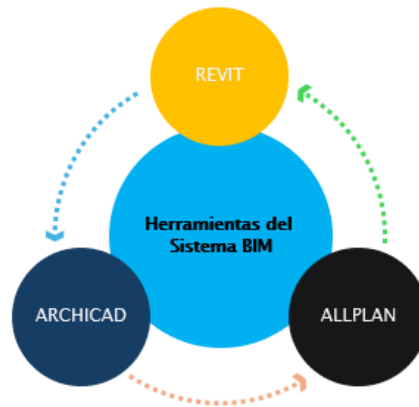
El uso de BIM en general requiere de un mayor esfuerzo en la fase de diseño de los proyectos, pero esto se retribuye con la posibilidad de realizar ensayos, simulaciones virtuales y distintos tipos de análisis permitiendo la toma de mejores decisiones y más informadas; también se pueden observar menores inconsistencias e interferencias al momento de construir, sin mayores aumentos de plazos y con costos controlados, evitando las ineficiencias por falta de definiciones en el proyecto. Tener múltiples opciones de diseño sin la necesidad de modificar todo el universo de planos o documentación puesto que, al estar vinculadas, la actualización es automática. (Rojas Pizarro, Wragg Larco, 2018).

2.5. Herramientas del Sistema BIM

Existen diversas herramientas que han adoptado componentes inteligentes que hacen que la información sea cada vez más accesible, a continuación, describiremos en la siguiente tabla, tres de las más importantes para modelado 3D, que trabajan de forma nativa con la metodología BIM.

Figura 3

Herramientas del Sistema BIM



Fuente: Elaborado con datos obtenidos de documento de sitio web www.echeverrimontes.com

Revit

Es la herramienta de modelado para BIM más conocida del mercado; fue lanzada en el año 2000, por la compañía texana Revit Technology Corporation, pero en 2002 fue comprada por Autodesk, permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico, y se integra con una gran cantidad de plugins que amplían sus funcionalidades.

Archicad

Es la herramienta de modelado de origen húngara desarrollada por Graphisoft; al igual que Revit, permite al usuario un diseño paramétrico de los elementos, con un banco de datos que contiene el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación.

Allplan

Es un software BIM de modelado paramétrico desarrollado por la empresa alemana homónima; comenzó como una solución interna para una oficina de ingenieros en Múnich, pero fue evolucionando hasta convertirse en una herramienta BIM completa para arquitectos, ingenieros y constructores. (Montes, 2021).

2.6. Finalidad de la Tecnología BIM como un Proceso Integrado

La meta principal del concepto BIM, es la creación de un modelo digital completo para el aprovechamiento durante todo el ciclo de vida de un proyecto, asegurando la generación volumétrica exacta, costos, materiales, detección de interferencias, junto con vistas y detalles coordinados entre los diferentes participantes del proyecto.

Actualmente los proyectos contienen un alto porcentaje de deficiencias en el diseño que suelen aparecer en la etapa de construcción, con la implementación de esta tecnología, se evitarían mayores costos, reprocesos y demoras en tanto en el diseño y construcción.

El BIM está mostrando un gran potencial para erradicar problemas como el desperdicio, los conflictos de diseño, las disputas, etc.; sus características clave permiten que el proceso de construcción sea eficiente; muchos países como Singapur, han identificado los beneficios del BIM y están tratando de implementarlo.

El BIM mejora las prácticas de gestión de la construcción en los tres aspectos: calidad, tiempo y dinero; características como el cálculo de cantidades, la detección de conflictos, la simulación, la programación, la gestión de la cadena de suministro, la gestión de riesgos y la coordinación en tiempo real le dan una verdadera ventaja sobre las prácticas de construcción tradicionales. (Zaman, 2013).

Al proporcionar una plataforma común donde arquitectos, ingenieros y constructores pueden trabajar simultáneamente, Lacaze el BIM reduce los errores y conflictos que a menudo surgen debido a la falta de comunicación; además, la capacidad del BIM para realizar simulaciones y análisis en tiempo real permite prever y mitigar problemas antes de que ocurran, optimizando así el uso de recursos y tiempo.

Por otro lado, la adopción del BIM está impulsando un cambio cultural en la industria de la construcción, promoviendo prácticas más transparentes y responsables, ya que la trazabilidad y el registro detallado que ofrece el BIM permiten una auditoría más efectiva, lo cual desalienta prácticas corruptas. A medida que más países y empresas adoptan esta tecnología, se espera que el BIM establezca nuevos estándares en la industria, haciendo que los proyectos de construcción sean más sostenibles y resilientes frente a desafíos futuros.

2.7. Marco Legal

El estudio legal tuvo como objetivo evaluar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva jurídica, asegurándose que no existieran impedimentos legales que pudieran obstaculizar su realización.

Con este enfoque, de acuerdo al Art.61 de la Constitución de la República y Art. 25 de la Ley de Educación Superior (L.E.S.) “La educación superior se regirá por una ley especial”. La Universidad de El Salvador y las demás del Estado gozarán de autonomía en los aspectos docente, administrativo y económico.” (Asamblea Legislativa, 1983).

Este artículo garantiza que las universidades públicas tengan la capacidad de decidir como enseñar, administrar y gastar su dinero sin mucha interferencia del gobierno.

Además, en el Art.76 de la Ley de Educación Superior menciona, que se regirá por su Ley Orgánica y demás disposiciones, actuando dentro del marco de la ley de Educación Superior; efectivamente en el Art. 4 lit. a) de la Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador (L.O.UES) establece que la autonomía universitaria consiste en la facultad que tiene la universidad para “estructurar sus unidades académicas, determinar la forma de cumplir sus funciones de docencia, investigación y proyección social, formular y aprobar sus planes de estudio; todo de conformidad a lo dispuesto en su propio ordenamiento jurídico y sin sujeción a aprobación extraña. (Universidad de El Salvador, 1999).

Asimismo, el Art. 12. Ley de Educación Superior dice que “El grado de Maestro es una especialización particular posterior al grado de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, en el que se desarrolla una capacidad específica para el desempeño profesional o para el trabajo académico de investigación y docencia. El Ministerio de Educación, podrá autorizar planes de Maestría para la profundización y ampliación de los conocimientos obtenidos con el grado de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto.

El plan de estudios para la obtención del grado de Maestro tendrá una duración no menor de dos años, y una exigencia mínima de sesenta y cuatro unidades valorativas para la obtención de dicho grado, teniendo en cuenta lo establecido en el Art. 6. Ley de Educación Superior que determina que una unidad valorativa equivaldrá a un mínimo de veinte horas de trabajo

académico del estudiante, atendidas por un docente, en un ciclo de dieciséis semanas, entendiéndose la hora académica de cincuenta minutos.

La equivalencia de este requisito, sin menoscabo de la calidad académica del grado, cuando se utilicen metodologías de enseñanza no presencial, será determinada por el Ministerio de Educación en el reglamento correspondiente, es el Reglamento Especial de la Educación no presencial en Educación Superior (EnP), por lo que es la misma Universidad de El Salvador a través de sus entes colegiados quien aprueba sus propios planes de estudio.

También es importante señalar que de acuerdo al Art. 57 Reglamento Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador - El Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de El Salvador, organiza, orienta, impulsa y administra sus programas de estudios. Su objetivo es la formación de investigadores, docentes y profesionales de alto nivel académico. (Universidad de El Salvador, 2001).

Es relevante mencionar que los estudios de Posgrado en la Universidad de El Salvador son regulados por el Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado (R.G.S.E.P. UES) de acuerdo con el .Art. 4. Son estudios de posgrado los que se realizan después de haber obtenido el grado básico de Licenciado, Ingeniero, Arquitecto, Doctor en Medicina y Doctor en Cirugía Dental; tienen como finalidad la formación de profesionales y académicos del más alto nivel y se imparten en las modalidades presencial, a distancia o mixta. Para cada modalidad el Comité Académico de Posgrado de cada Escuela determinará las características correspondientes, en el reglamento específico. (Universidad de El Salvador, 2010).

De hecho, en el Art. 1 del Reglamento de la Educación no Presencial en Educación Superior- La Educación no presencial, en adelante EnP, es una modalidad educativa cuyo proceso de enseñanza aprendizaje se desarrolla empleando tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC´S) que permiten la ausencia total o parcial de los estudiantes, docentes y tutores en las aulas, campus universitario u otras dependencias en las que se brindan servicios educativos, contando con un sistema de gestión, evaluación y organización académica específico diseñado para tal fin.

En esta perspectiva la implementación de la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, de forma semipresencial se encuentra regulado en el Art.1 del

Reglamento de la Educación no Presencial, ya que considera una ausencia parcial o total de los estudiantes y del docente en el aula del campus universitario, la cual se encuentra claramente definida en el lit. d) del mismo artículo de dicha ley, que literalmente dice Modalidad Mixta o Semipresencial: es una modalidad educativa que se desarrolla en las Instituciones de Educación Superior a través de la cual el proceso de enseñanza aprendizaje se realiza por medio de una presencia parcial de los estudiantes en ciertas materias y otras a través de las características de la educación a distancia, a través de planes y programas de estudios aprobados bajo ambas formas de entrega. El art.5 del Reglamento de la Educación no Presencial establece la realización de estudios de posgrado en aquellas instituciones que cuenten con esta modalidad. (Ministerio de Educacion, 2020).

En lo que se refiere a los planes de estudio, de acuerdo con el Reglamento de la Gestión Académica Administrativa de la Universidad de El Salvador (R.G.A.A. UES), Artículo 89 “Es el conjunto de exigencias académicas y administrativas que deberán cumplir los estudiantes, según la Ley de Educación Superior, la Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador, para optar a un grado académico.”

Artículo 90 Reglamento de la Gestión Académica Administrativa de la Universidad de El Salvador establece que los planes de estudio de las carreras que administra la Universidad de El Salvador deben ser aprobados por el Consejo Superior Universitario a propuesta de la respectiva Junta Directiva, quien los aprobará, previo dictamen favorable de la respectiva Asamblea General del Personal Académico y asesoría de la Comisión Curricular de la Facultad respectiva. Este proceso deberá ser acompañado por la Unidad de Desarrollo Curricular de acuerdo a sus atribuciones.

La Secretaría de Asuntos Académicos por medio de la Unidad Curricular, verificará, el cumplimiento de lo establecido en el presente Reglamento con relación a la estructura de Planes de estudio, previo a su aprobación por el Consejo Superior Universitario.

Ningún plan de estudios podrá ofertarse o ejecutarse sin haber sido aprobado por el Consejo Superior Universitario.

Artículo 91, Reglamento de la Gestión Académica Administrativa de la Universidad de El Salvador UES dice que, una vez aprobados los Planes de Estudio, la Secretaría General de la

Universidad de El Salvador, de acuerdo al artículo 26 del Reglamento General de la Ley Orgánica, deberá mandarlos a publicar en el Diario Oficial, registrarlos en el Ministerio de Educación y remitir un ejemplar firmado y sellado a la Secretaría de Asuntos Académicos para su respectivo registro institucional, al Archivo Central y a las Administraciones Académicas de las Facultades vinculadas con la administración de esas carreras.

La Tabla 1 presenta los componentes esenciales que conforman el plan de estudios de una carrera, conforme a lo establecido en el Artículo 92 del Reglamento de Gestión Académica Administrativa de la Universidad de El Salvador, estos elementos sirven como guía para estructurar y formalizar los programas académicos, garantizando su calidad y cumplimiento normativo.

Tabla 1

Estructura del Plan de Estudios según el Art.92 R.G.A.A. UES.

Item	Descripción
a)	Generalidades de la carrera, tales como: Institución, Facultad, carrera, código de carrera, unidad académica, título a otorgar, duración en años y ciclos académicos, número de cursos, número de unidades valorativas y sedes donde se impartirá la carrera
b)	Justificación de la carrera
c)	Descripción de la carrera
d)	Objetivos de la carrera
e)	Descripción de recursos e infraestructura disponible
f)	Perfil del ingreso
g)	Requisitos de ingreso
h)	Perfil profesional
i)	Perfil del docente
j)	Metodologías y modalidad de enseñanza aprendizaje
k)	Sistema de evaluación, comprenderá las formas de evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje
l)	Malla curricular, pensum o flujograma
m)	Sistema de prerrequisitos o correquisitos
n)	Organización de las unidades de aprendizaje en las áreas de conocimiento
o)	Ciclo extraordinario: definir si se realizara o no; en el caso de realizarse especificar los cursos que se impartirán
p)	Plazo de actualización del plan de estudios
q)	Servicio social
r)	Proceso de graduación y requisitos de graduación
s)	Áreas o campo de trabajo del graduado

- t) Plan de absorción
- u) Syllabus de cada unidad de aprendizaje
- v) Las condiciones especiales y adicionales exigidas legalmente o por la naturaleza de la carrera
- w) Programas de estudios

Fuente: Elaborado con datos obtenidos del Reglamento de la Gestión Académica Administrativa de la Universidad de El Salvador.

Art. 21.- del Reglamento de la del Reglamento de la Educación no Presencial en Educación Superior, define que cada unidad valorativa equivaldrá como mínimo a veinte horas de trabajo académico del estudiante, asistidas tutorialmente por el Docente o Tutor, en un ciclo de un mínimo de dieciséis semanas, reguladas en la misma forma que establece la Ley de Educación Superior.

Se entenderá por horas de trabajo asistidas tutorialmente, el tiempo dedicado a las siguientes actividades:

- a) Atención del docente o tutor y sus intervenciones durante el proceso de enseñanza.
- b) Estudio y lectura de los materiales pre-establecidos por el programa y el docente o tutor.
- c) Discusiones, foros e intercambios de aportes a través de los recursos tecnológicos.
- d) Diferentes actividades educativas estipuladas en las unidades de aprendizaje y que sea necesario cumplir durante el desarrollo de las mismas.
- e) Las horas dedicadas a la evaluación y autoevaluación.

Los estudios de Posgrado en la Universidad de El Salvador son regulados por el Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado (R.G.S.E.P. UES) de acuerdo con el Art. 4 los estudios de posgrado se imparten en las modalidades presencial, a distancia o mixta lo cual habilita legalmente a impartir los estudios de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, considerando también lo que establece el Art. 16 lit. f) y h) son funciones del director de Posgrado evaluar periódicamente el funcionamiento y desarrollo general de los programas de posgrado, así mismo proponer a la Junta Directiva las modificaciones a los programas.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

- 3.1. Alcance de la Investigación
- 3.2. Unidades de Investigación
- 3.3. Técnicas de Recolección de Información
- 3.4. Procesamiento de la Información

III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Para el desarrollo de la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, se empleó una metodología de investigación fundamentada en el método científico, con un enfoque descriptivo que integra elementos cuantitativos y cualitativos; el cual permitió capturar una visión detallada y profunda de las necesidades del mercado, las capacidades institucionales y las demandas académicas, sentando las bases para un diseño de programa alineado con las tendencias globales y las expectativas locales.

La metodología propuesta para la implementación de la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM para la Escuela de Posgrado de la Universidad de El Salvador, se fundamentó en un diseño de investigación descriptiva; este tipo de investigación se caracteriza por la recolección de datos que describen de manera precisa los elementos esenciales del fenómeno estudiado, permitiendo así una comprensión profunda y detallada del contexto y las variables involucradas (Hernández Sampieri, Fernandez Collado & Baptista Lucio, 2014).

3.1 Alcance de la Investigación

La investigación abordó aspectos críticos que garantizan la viabilidad y relevancia del programa propuesto, entre los cuales destacan:

Análisis del Mercado Laboral

- Se evaluó la demanda de profesionales especializados en BIM en los sectores de construcción y arquitectura.
- Se identificaron las áreas de mayor crecimiento y las competencias técnicas más solicitadas por los empleadores.

Evaluación de Necesidades Formativas

- Se analizaron las habilidades y competencias que requieren los empleadores, así como las expectativas de los potenciales estudiantes; lo que incluyó identificar brechas en la formación actual y áreas de oportunidad para el desarrollo profesional.

Revisión de Programas Internacionales

- Se llevó a cabo un estudio comparativo de programas similares de maestría en BIM ofrecidos por universidades reconocidas a nivel mundial; lo que permitió identificar las mejores prácticas y tendencias en la educación superior relacionadas con BIM.

Capacidades Institucionales

- Se evaluaron los recursos tecnológicos, humanos y financieros disponibles en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para implementar el programa.
- También se consideraron las posibles necesidades de ampliación o mejora de infraestructura.

3.2 Unidades de Investigación

Las unidades de investigación incluyeron diferentes grupos de interés que aportaron perspectivas valiosas para la planificación del programa:

- **Graduados**
Profesionales de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil, quienes representaron el mercado objetivo del programa.
- **Autoridades Académicas**
Directores de la Escuela de Arquitectura y la Escuela de Posgrado.
- **Empleadores**
Empresas del sector construcción, tanto públicas como privadas, que destacaron las competencias necesarias en sus ámbitos laborales.
- **Expertos Internacionales**
Especialistas en BIM que proporcionaron una perspectiva global y técnica.
- **Documentos Legales y Normativos**
Análisis de leyes, reglamentos y directrices académicas que regulan la creación de programas de posgrado.

3.3 Técnicas de Recolección de Información

Se utilizaron diversas técnicas de recolección de información, según detalle en la figura 4:

Figura 4

Técnicas de Recolección de Información

Técnica de Recolección	Objetivo/Alcance	Población/Participantes	Resultados/Conclusiones
Encuestas	Obtener información sobre el interés en la maestría, identificar áreas de especialización preferidas y modalidades de estudio más demandadas.	Graduados recientes y de años anteriores en Arquitectura e Ingeniería Civil.	Un alto porcentaje de encuestados mostró interés en el programa, con una preferencia destacada por la modalidad semipresencial.
Entrevistas	Explorar competencias técnicas requeridas en el mercado laboral, expectativas académicas y condiciones para implementar el programa.	Actores internos (directores académicos) y externos (empleadores y expertos internacionales).	Permitir ajustar la propuesta curricular para alinearla con las demandas del mercado y las normativas académicas, asegurando relevancia y aplicabilidad en el sector profesional.
Mesas de Trabajo	Definir la estructura del plan de estudios, asignaturas clave, balance entre teoría y práctica, y resultados de aprendizaje esperados.	Miembros de la comisión curricular, docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y expertos en BIM.	Se definieron asignaturas clave, el balance entre teoría y práctica, y los resultados de aprendizaje esperados, estableciendo una base estructurada para el programa.
Revisión Documental	Identificar estándares académicos, metodologías pedagógicas avanzadas y referencias de programas similares implementados en otras instituciones.	Normativas internacionales como ISO 19650, reglamentos internos de la Universidad de El Salvador, y literatura académica y técnica.	Aportó un marco normativo y técnico sólido que garantiza la calidad y pertinencia del programa, alineando los objetivos del programa con estándares internacionales y normativas nacionales.

3.4 Procesamiento de la Información

El procesamiento de la información recolectada se realizó en varias etapas, las que se describen en la figura 5:

Figura 5

Procesamiento de la Información

Etapa	Descripción
Organización y Clasificación de Datos	Una vez recolectados los datos, se organizaron y clasificaron de forma lógica.
Tabulación	Se crearon tablas y gráficos que resumieron visualmente los resultados de las encuestas y entrevistas.
Análisis Estadístico	Se utilizaron estadísticas descriptivas como medias, frecuencias y porcentajes, para identificar patrones y tendencias de los datos.
Interpretación de Resultados	Se analizaron los datos en función del problema de estudio, identificando conclusiones clave para el diseño del programa.
Elaboración de Informe	Finalmente se redactó un informe detallado que resumió los resultados de la investigación y ofreció recomendaciones específicas para el diseño e implementación del programa de Maestría.

La metodología utilizada permitió una comprensión integral de las demandas y oportunidades asociadas con la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM; ya que el enfoque descriptivo no solo identificó las necesidades del mercado y las capacidades institucionales, sino que también estableció una base sólida para el diseño e implementación del programa, asegurando su pertinencia y sostenibilidad a largo plazo.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

- 4.1. Caracterización de Encuestas Dirigidas a Profesionales Graduados de Arquitectura e Ingeniería Civil
- 4.2. Caracterización de Encuestas Dirigidas a Empleadores
- 4.3. Caracterización de Entrevistas Dirigidas a Autoridades Académicas
- 4.4. Análisis Comparativo

IV. PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1. Caracterización de Encuestas Dirigidas a Profesionales Graduados de Arquitectura e Ingeniería Civil

Es importante mencionar que la población en estudio fue de 108 graduados de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil, todos de la Universidad de El Salvador, se consideraron los últimos 5 años (2019-2023). Sin embargo, también se recibieron respuestas de graduados de los años 2008, 2018 y 2024, que se han incluido para proporcionar una visión más amplia, según como se muestra a continuación en la tabla 2:

Tabla 2

Población Encuestada por Año de Titulación y Grado Profesional

Año de Titulación	Arquitecto (a)	Ingeniero (a) Civil	Total
2008	1		1
2018	2		2
2019	8	6	14
2020	9	4	13
2021	12	3	15
2022	17	14	31
2023	22	8	30
2024	1	1	2
Total	72	36	108

Se tomaron los últimos cinco años, considerando que reflejan tendencias actuales en el número de titulados, que muestran un aumento significativo y relevante para proyectar la demanda de una Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM; además este período coincide con la adopción acelerada de tecnologías como BIM, lo que lo hace más representativo del nivel de preparación tecnológica de los profesionales recientes, quienes también son más propensos a buscar especialización avanzada.

La tabla 3, presenta un análisis demográfico de profesionales en Arquitectura e Ingeniería Civil, divididos por edad, género y grado profesional para poder ver la distribución de estas profesiones en diferentes rangos de edad, así como para identificar las posibles diferencias de género dentro de cada grupo profesional.

Tabla 3*Distribución de la Población en Estudio por Edad, Género y Grado Profesional*

Edad	Género	Arquitecto (a)	Ingeniero (a) Civil	Total
26 a 30 años	Femenino	13	7	20
	Masculino	23	11	34
31 a 40 años	Femenino	13	5	18
	Masculino	14	9	23
20 a 25 años	Femenino	6	2	8
	Masculino	2	2	4
Más de 40 años	Masculino	1		1
Total		72	36	108

Según datos estadísticos obtenidos de la Escuela de Posgrado, los estudiantes que ingresan a programas de maestría se encuentran mayormente en un rango de edad entre los 26 y 46 años; este dato se alineó con la distribución observada entre la población en estudio, donde la mayoría se ubicó en el rango de 26 a 30 años, seguido por aquellos de 31 a 40 años; estos grupos representaron una audiencia clave para el programa de maestría, ya que los profesionales en estas etapas suelen estar interesados en avanzar en su formación y especializarse en tecnologías emergentes, como el BIM, para mejorar su competitividad en el mercado laboral.

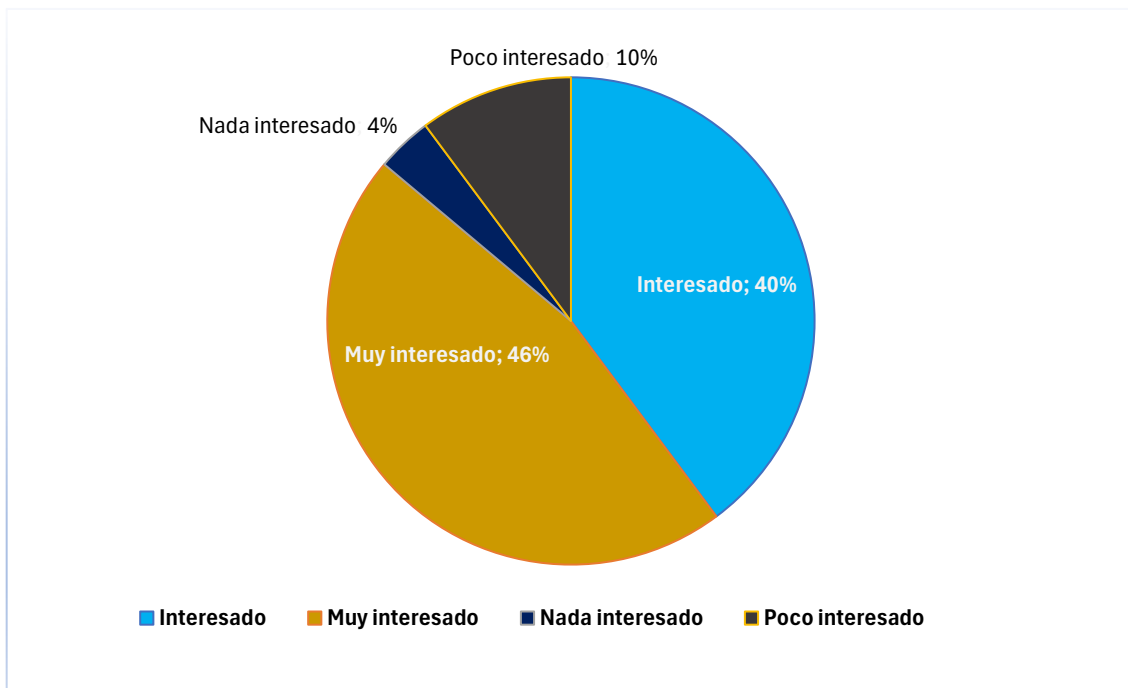
Los datos reflejaron que hay una mayor representación masculina en ambos grupos etarios principales (26 a 30 y 31 a 40 años); lo que sugirió que, aunque el programa de maestría podría atraer principalmente a hombres, es importante desarrollar estrategias que fomenten la participación femenina, especialmente en un campo técnico como el BIM.

Hallazgos Relevantes

La siguiente figura presenta el interés de los encuestados en inscribirse en una maestría con especialidad en el área de Arquitectura.

Figura 6

Nivel de Interés en Inscribirse en un Programa de Maestría con Especialidad en el Área de Arquitectura



Los datos muestran que una gran mayoría de encuestados (86%) están muy interesados en realizar una maestría en el área de Arquitectura, este alto interés sugiere una demanda significativa para programas de especialización en esta área, lo cual es una señal positiva para la implementación del programa de maestría.

En búsqueda de proporcionar una base sólida para la implementación de un nuevo programa académico, se consultó sobre el interés por los programas de maestría de los diferentes sectores ocupacionales, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 4:

Tabla 4*Distribución de Preferencias por Maestrías según Ocupación*

Ocupación	Maestría en Diseño Urbano y Paisajismo	Maestría en Restauración Urbano Arquitectónica	Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM	Total
Empleado empresa privada	5	1	57	63
Empleado público	1	2	31	34
Empresa o empleador	1		1	2
Trabajador independiente			9	9
Total	7	3	98	108

Nota: Empresa o empleador: Personas que gestionan negocios con empleados a su cargo

Trabajador Independiente: Profesionales autónomos que buscan especializarse en BIM

La categoría "Empresa o empleador" incluye a personas que gestionan sus propios negocios dentro del sector de la construcción, arquitectura u otras áreas afines; estas personas, además de dirigir sus empresas, cuentan con empleados bajo su supervisión y toman decisiones estratégicas para el funcionamiento y desarrollo de la organización. Su interés en una maestría en BIM radica, principalmente, en la intención de incorporar esta metodología a nivel empresarial, mejorando la eficiencia de sus procesos, aumentando la competitividad de sus empresas y posicionándolas como líderes en el uso de tecnologías avanzadas dentro de sus respectivos mercados.

Por otro lado, el perfil de "Trabajador independiente" se refiere a profesionales que operan de manera autónoma, sin estar vinculados a una estructura empresarial formal ni tener empleados bajo su cargo. Estos profesionales suelen trabajar como consultores o contratistas en proyectos específicos, gestionando su propio trabajo de manera directa. Su interés en la especialización en BIM se orienta hacia el fortalecimiento de sus habilidades técnicas y el incremento de su competitividad personal en el mercado laboral. Para ellos, el dominio del BIM representa una ventaja clave para acceder a proyectos más complejos y exigentes, asegurando su relevancia profesional en un entorno cada vez más competitivo.

Los resultados obtenidos mostraron un interés significativo en la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, ya que 98 de 108 de la población en estudio, manifestaron su preferencia por el programa, especialmente entre empleados de empresas

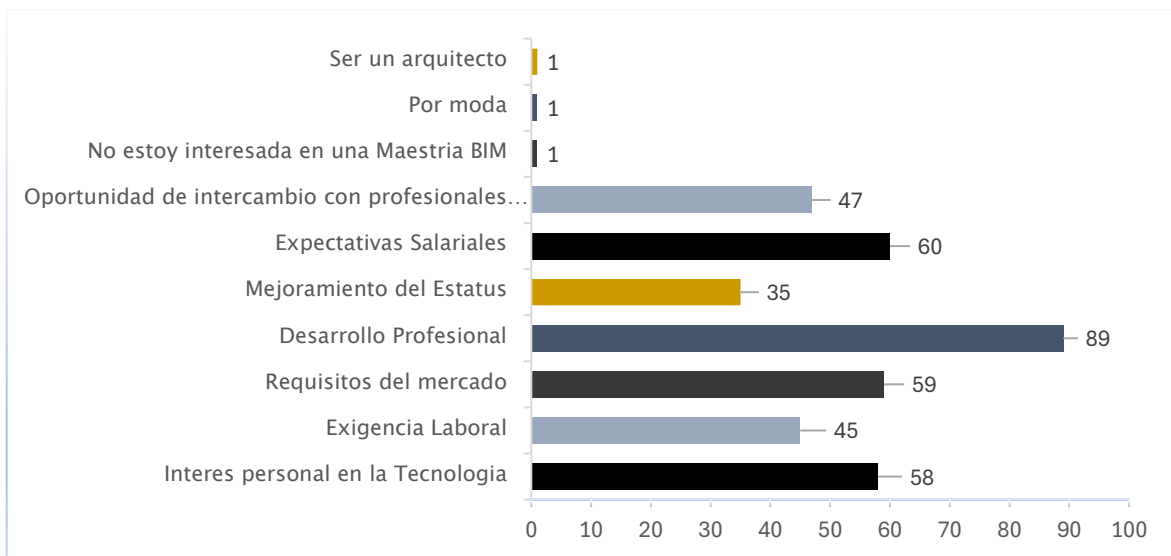
privadas y públicas, esto indicó una demanda creciente por conocimientos y habilidades avanzadas en la aplicación del BIM en la construcción, reflejando las tendencias globales hacia la digitalización y la eficiencia en el sector de la construcción.

El gráfico que se presenta a continuación muestra los diferentes factores que motivan el interés en cursar una maestría en BIM; que van desde intereses personales hasta motivaciones profesionales y de mercado. A través de esta encuesta, se identificaron factores clave que influyen en la decisión de adquirir conocimientos y habilidades en este sistema.

A través de una pregunta abierta se les consultó a los encuestados sobre cuáles son las principales motivaciones para especializarse en BIM, las respuestas más seleccionadas se muestran en la figura 7:

Figura 7

Razones Principales para Especializarse en BIM



Las principales motivaciones para especializarse en BIM están vinculadas al desarrollo profesional, la adaptación a los requisitos del mercado, y las expectativas salariales, que se muestran en la figura 2, estas razones indican que un programa de maestría en BIM debe estar orientado a ofrecer oportunidades de crecimiento profesional, mejorar el posicionamiento en el mercado laboral y abordar las demandas salariales actuales, además, integrar aspectos

tecnológicos innovadores y oportunidades internacionales que puede atraer a aquellos con intereses específicos en estas áreas.

El nivel de interés de los encuestados en un programa académico, en función de diferentes rangos de inversión económica, se refleja en la tabla 5, el objetivo es analizar cómo varía este interés según la inversión requerida, lo que permite identificar patrones y posibles áreas clave para la planificación financiera del programa.

Tabla 5

Rango de Disposición para Pago de Programa de Maestría

Nivel de interés	\$100.00 a \$200.00	\$200.00 a \$300.00	Total
Interesado	35	8	43
Muy interesado	39	11	50
Nada interesado	4		4
Poco interesado	10	1	11
Total	88	20	108

Este análisis sugirió que mientras existe un interés considerable en el programa, especialmente en niveles de inversión más bajos, hay una notable disminución del interés a medida que la inversión aumenta.

Las preferencias de los encuestados en cuanto a la modalidad de estudio que consideraron más adecuada para un programa de maestría se reflejan en la tabla 6, los resultados mostraron las elecciones de la población en estudio, destacando sus expectativas para la continuación de sus estudios a nivel de maestría.

Tabla 6

Preferencias de Modalidad de Estudio para el Programa de Maestría por Título de Grado Obtenido

Título Pregrado	Presencial	Semi presencial	Total
Arquitecto (a)	5	67	72
Ingeniero (a) Civil	7	29	36
Total	12	96	108

Se observó una clara inclinación hacia la modalidad semipresencial, este patrón podría sugerir que los encuestados valoran la flexibilidad y la capacidad de combinar estudios con otras responsabilidades.

Los hallazgos revelaron un alto interés, ya que el 86% de la población en estudio manifestó su interés en una maestría en Arquitectura, con una demanda predominante en la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, especialmente entre empleados de empresas privadas y públicas. Las principales motivaciones para especializarse en BIM son el desarrollo profesional, los requisitos del mercado y las expectativas salariales. Además, el interés es mayor en rangos de inversión accesible que rondan entre los cien y doscientos dólares, y la modalidad semi presencial es la preferida, reflejando la necesidad de flexibilidad para profesionales en activo.

Se consultó sobre el conocimiento de universidades que ofrecen estudios de maestría en áreas relacionadas con la arquitectura, lo que se diseñó con respuestas abiertas permitiendo a los encuestados proporcionar múltiples menciones de instituciones, reflejando resultados tanto de universidades locales como internacionales, según se detalla en la figura 8:

Figura 8

Universidades con Estudios de Maestría Especializados en la Rama de Arquitectura e Ingeniería Civil.

Universidades	Maestrías que Ofrecen
Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción, EADIC, ubicada en Madrid España, también en México, Perú y Colombia.	El Máster BIM & Data (optimización, automatización y gestión de datos BIM). Modalidades en línea y semipresencial, duración 12 meses, 60 créditos ECTS (European Education Área, 2024).
	Máster Internacional en BIM Management, 100% en línea, 12 meses, 60 créditos ECTS.
	Máster BIM en Diseño y Construcción de Túneles, en línea y semipresencial, 12 meses y 60 créditos. Modalidades en línea y semipresencial, duración 12 meses, 60 créditos ECTS.
	Máster BIM Management especializado en Proyectos Estructurales. Modalidades en línea

	<p>y semipresencial, duración 12 meses, 60 créditos ECTS.</p> <p>Máster Internacional BIM Management especializado en ejecución y gestión de contratos en fase de construcción. Modalidades en línea y semipresencial, 12 meses y 60 créditos ECTS.</p> <p>Máster Internacional BIM en Diseño y Construcción de Vías, Carreteras y Autopistas. Modalidades en línea y semipresencial, duración 12 meses, 60 créditos ECTS.</p> <p>Máster Internacional en Diseño de Interiores y Gestión BIM de Proyectos de Arquitectura e Interiorismo. Modalidades en línea y semipresencial, duración 12 meses, 60 créditos ECTS.</p> <p>Máster Internacional en BIM Management para Infraestructuras e Ingeniería Civil. Modalidades en línea y semipresencial, duración 12 meses, 60 créditos ECTS.</p>
Institute of Technology, ZIGURAT, Barcelona	<p>Máster en BIM Management, idioma español, 12 meses, 60 créditos ECTS, modalidad en línea.</p> <p>Máster BIM Management en Ingeniería Civil y GIS, idioma español, 12 meses, 60 créditos ECTS, modalidad en línea.</p> <p>Máster´s in Global BIM Management in Civil Engineering and GIS, idioma inglés, 12 meses, 60 créditos de acuerdo al Sistema Europeo de Transferencia de Créditos ECTS, modalidad en línea.</p> <p>Master´s in Global BIM Management, idioma inglés, 12 meses, 60 créditos ECTS, en línea.</p>
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, ciudad de México.	<p>Maestría en Arquitectura, modalidad presencial.</p>
Universidad de Barcelona, España	<p>BIM Management, duración 12 meses, modalidad semipresencial, idioma español.</p> <p>BIM y Diseño Integrado, duración 12 meses, modalidad semipresencial, idioma español</p>

	Cálculo y Modelado BIM de instalaciones, duración 12 meses, modalidad en línea, idioma español.
	Global BIM Management in Civil Engineering and GIS, modalidad en línea, idioma inglés, duración 12 meses.
Universidad de El Salvador, UES	Maestría en Ingeniería Estructural, duración dos años.
	Maestría en Ingeniería Vial, duración dos años.
Universidad de Salamanca, España	Máster Universitario en Geo tecnologías Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura, modalidad virtual, duración 12 meses, 60 créditos ECTS.

Nota: ECTS, Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación, (por sus siglas en inglés), es una herramienta del Espacio Europeo de Educación Superior, para hacer que las calificaciones y cursos sean más transparentes, ayudando a los estudiantes en sus desplazamientos entre países y también a la hora de lograr que sus calificaciones académicas y períodos de estudio sean reconocidos en el extranjero.

Según la población en estudio, opinaron que conocen universidades que imparten maestrías en el área de BIM, también mencionaron que hay otras instituciones que cuentan con la oferta de maestrías aplicadas al área de la Arquitectura. Además, explicaron que también buscan formación en las universidades en el extranjero, y muchos profesionales en Arquitectura e Ingeniería terminan especializándose en otros países, ya que en El Salvador son pocas universidades que ofrecen posgrados del área.

Sin embargo, en nuestro país, la Universidad de Oriente (UNIVO) ofrece el programa de Maestría en BIM Management, el cual tiene una duración de dos años más seminario de graduación, con un total de 16 asignaturas, dirigido a ingenieros, arquitectos y otros profesionales de la construcción interesados en dominar la metodología BIM.

El análisis de las respuestas reveló que existe un conocimiento parcial sobre las universidades que ofrecen maestrías en áreas relacionadas con la arquitectura, ya que hay una notable inclinación hacia la formación internacional debido a la percepción de que hay menos opciones en El Salvador. Por lo tanto, implementar un Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM en el país puede abordar una necesidad creciente y competir

favorablemente con las opciones internacionales, siempre y cuando se enfoque en la diferenciación y la visibilidad adecuada.

4.2. Caracterización de Encuestas Dirigidas a los Empleadores

Se encuestaron 32 empresas para conocer diferentes aspectos como las habilidades y competencias que consideran esenciales en los profesionales, para que los datos recopilados nos permitan ajustar el contenido y los objetivos del programa de maestría para asegurar que esté alineado con las expectativas del mercado laboral y las tendencias actuales en la industria. Los sectores representados por estas empresas se detallan en la tabla 7, lo que brinda una visión clara de la diversidad de las fuentes consultadas.

Tabla 7

Cantidad de Empresas Encuestadas por Sector

Sector	Total
Construcción	14
Consultoría	5
Desarrollo de Proyectos	6
Educación	2
Privado	1
Sector Publico	4
Total	32

Se observó que la mayoría de las empresas encuestadas pertenecen al sector de la construcción con 14 empresas, lo que refleja la importancia de esta industria en la demanda de profesionales con competencias específicas; otros sectores representativos como el desarrollo de proyectos con 6 empresas y la consultoría con 5, sugiere la necesidad de habilidades especializadas en la gestión y planificación de proyectos. La participación de sectores como la educación, público y privado, aunque menor, aporta una perspectiva diversa que enriquece el análisis de competencias requeridas en distintos ámbitos del mercado laboral.

A continuación, se proporciona un análisis de la distribución de las 32 empresas encuestadas según su sector de actividad y tamaño.

La información reflejada en la tabla 8, permite visualizar la diversidad sectorial de empresas participantes:

Tabla 8

Distribución de Empresas Encuestadas por Sector y Tamaño

Sector de la empresa	Gran Empresa	Mediana Empresa	Microempresa	Pequeña Empresa	Total
Construcción		2	6	6	13
Consultoría			5		5
Desarrollo de Proyectos	1		4	1	6
Educación	2				2
Privado		1			1
Sector Publico	4				4
Total	7	3	15	7	32

Nota: El tamaño de la empresa se basó en la tabla de clasificación que proporciona la Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa, CONAMYPE, según cantidad de empleados.

Se pudo observar que el sector con mayor número de empresas es el de construcción, con un total de 13 empresas distribuidas en diferentes tamaños, las microempresas representan la mayor cantidad de empresas en general, con 15 en total: por otro lado, el sector público y el sector de educación tienen una mayor representación en grandes empresas.

El nivel de importancia que las empresas encuestadas otorgan al uso del sistema BIM varía según el tamaño de la organización. A continuación, en la tabla 9, se presentan las valoraciones diferenciadas por grandes, medianas, pequeñas y microempresas respecto a la implementación del BIM.

Tabla 9

Nivel de Importancia de Uso de BIM según las Empresas Encuestadas

Tamaño de la empresa	Importante	Muy importante	Nada importante	Poco importante	Total
Gran Empresa	2	5			7
Mediana Empresa	1	2			3
Microempresa	5	8	1	1	15

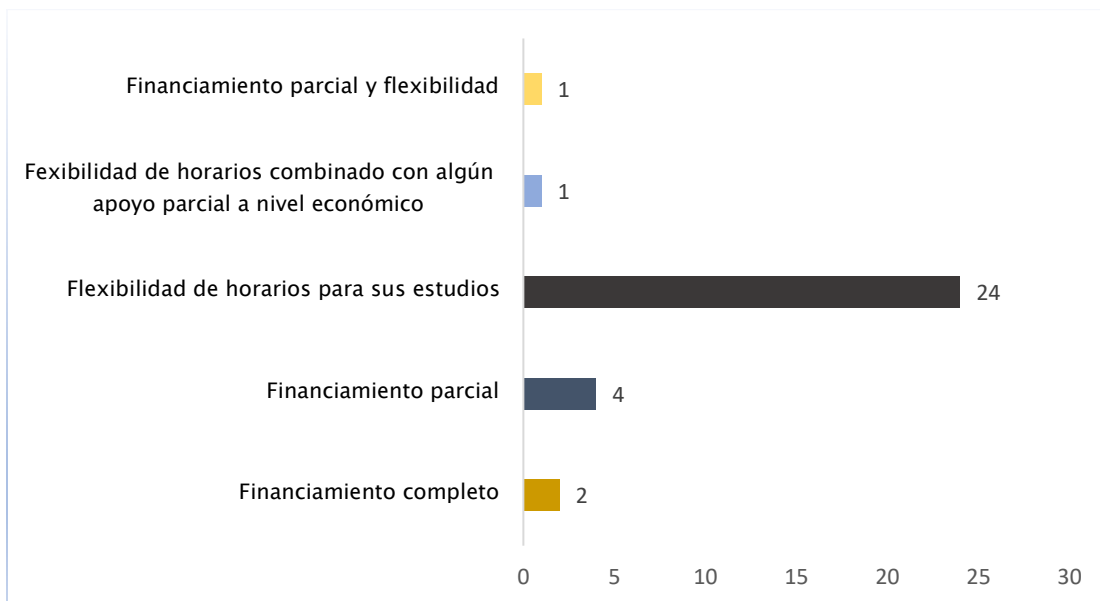
Pequeña Empresa	3	4			7
Total	11	19	1	1	32

La mayoría de las empresas consideraron el uso de BIM como muy importante, especialmente las microempresas, con 8 de ellas destacando su relevancia; solo una empresa considera que BIM no es importante y otra lo ve como poco importante; este análisis subraya la creciente adopción y valoración de BIM en el sector empresarial, destacando su importancia para mejorar la eficiencia y la calidad en los proyectos de construcción.

Los diferentes tipos de apoyo financiero y flexibilidad de horarios que las empresas de diversos sectores ofrecen a sus empleados, para sus estudios de especialización en BIM se ilustran en la siguiente figura:

Figura 9

Tipos de Apoyo que Ofrecerían las Empresas a sus Colaboradores para Especializarse en BIM



La mayoría de los empleadores mencionaron estar dispuestos a ofrecer flexibilidad de horarios para que sus empleados puedan estudiar, pero el apoyo financiero completo es muy limitado, ya que de acuerdo a los resultados 24 de 32 de las empresas son las que más apoyan a sus empleados en términos de flexibilidad de horarios; hay menos apoyo financiero completo o parcial disponible, lo que podría implicar que los empleados necesitarían buscar financiamiento externo o personal para cubrir sus estudios.

La tabla 10, muestra la distribución de las empresas por ubicación a la que pertenecen, para entender el contexto en el que se desarrollara el programa académico y para identificar las oportunidades de implementación de BIM en diversas áreas geográficas.

Tabla 10

Distribución de las Empresas Encuestadas por Ubicación Geográfica

Ubicación Geográfica	Número de Empresas
Bogotá/Colombia	1
La Libertad	3
San Salvador	25
San Vicente	1
Suiza	1
Zacatecoluca	1
Total	32

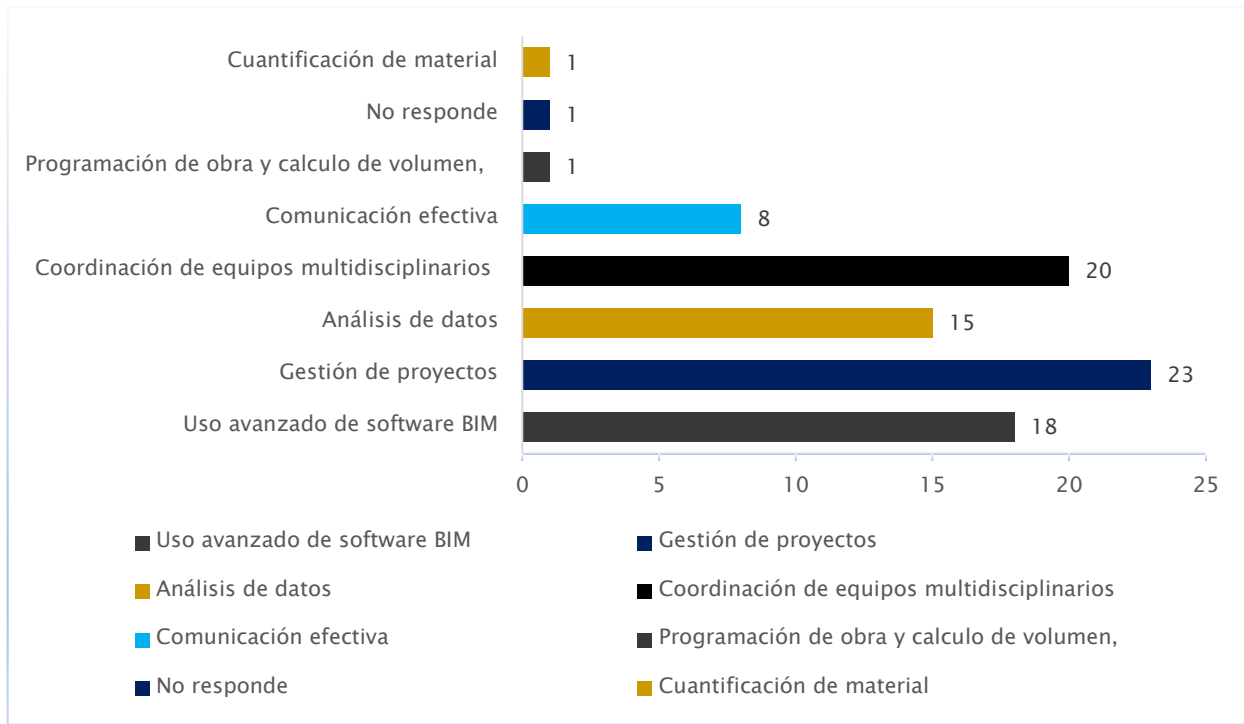
La mayor concentración empresarial está en la capital, San Salvador, lo que refleja la centralización del mercado en esa ciudad; las ubicaciones restantes tienen una presencia mucho menor de empresas.

Se identificó una distribución variada que puede guiar la forma en que se implementará el programa de maestría, adaptándolo a las necesidades de cada sector y región y maximizando el impacto en las áreas de mayor concentración.

Ante el creciente auge y adopción de la metodología BIM en la industria de la construcción, se hace cada vez más necesario contar con profesionales altamente calificados que puedan optimizar los procesos de diseño, construcción y gestión de proyectos, por lo que a través de este análisis se buscó comprender cuáles son las habilidades y conocimientos más demandados en el mercado laboral actual y así orientar la formación de futuros profesionales hacia las áreas de mayor demanda, contribuyendo a la consolidación de una industria más eficiente y sostenible, se detallan en la siguiente figura:

Figura 10

Competencias más Demandadas por Empleadores en el uso de BIM



Las competencias más valoradas son la gestión de proyectos y la coordinación de equipos multidisciplinarios, las cuales reflejan la necesidad de gestionar eficazmente proyectos complejos y colaborar con diferentes disciplinas.

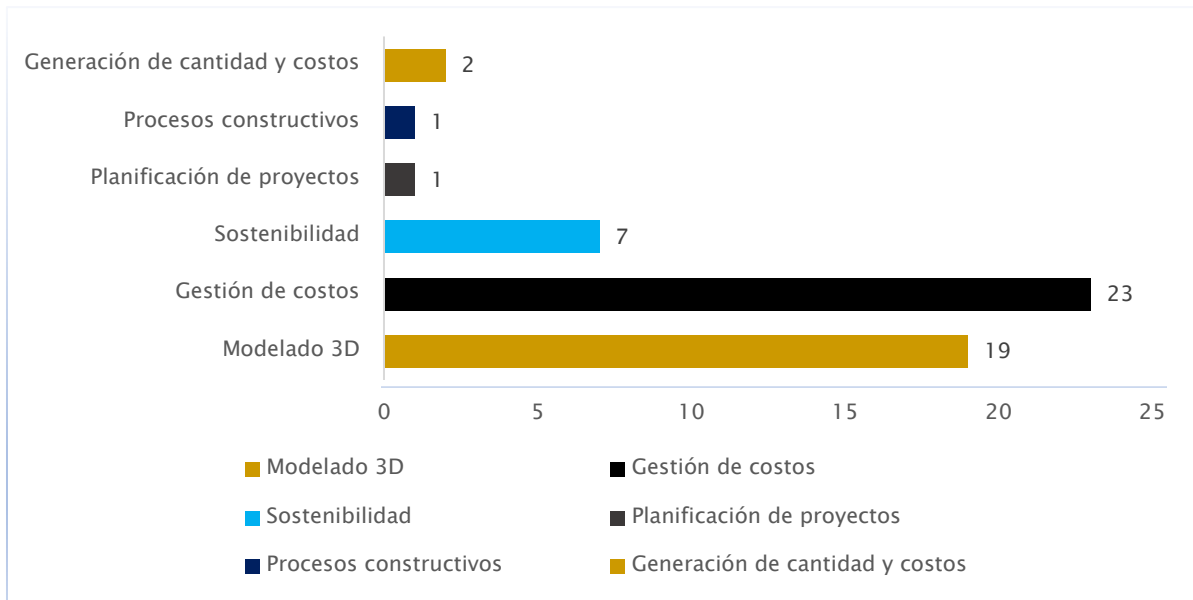
Aunque el uso avanzado del software BIM presenta una frecuencia menor, su importancia no debe subestimarse ya que es una herramienta clave que soporta y potencia estas competencias, haciendo posible una gestión de proyectos más efectiva, una coordinación más eficiente y un análisis de datos más profundo, ya que relacionar estas competencias con el uso del software BIM ayuda a enfatizar como la tecnología de BIM es fundamental para alcanzar altos estándares en la práctica profesional.

Se presenta un análisis de las áreas del conocimiento clave que los especialistas en BIM deben dominar, con un detalle de cada una identificada en el ámbito profesional y su frecuencia de mención, como se ilustra en la figura 11:

La pregunta se formuló de manera abierta, lo que permitió obtener múltiples respuestas.

Figura 11

Área del Conocimiento que Deben Dominar los Especialistas en BIM según los Empleadores



La gestión de costos y el modelado 3D son las más frecuentes mencionadas como esenciales con 23 y 19 menciones respectivamente; esto indica que estas áreas son especialmente críticas en la práctica profesional y deben recibir atención significativa en el currículo del programa de maestría; por otro lado, áreas como planificación de proyectos y procesos constructivos tienen una menor frecuencia de mención, lo que sugiere una oportunidad de fortalecer estos aspectos en la formación académica.

La cuantificación y agrupación de las respuestas en categorías similares, basadas en los comentarios de los empleadores sobre la implementación de la maestría en BIM y el beneficio en sus empresas, se detalla en la figura 12:

La pregunta se formuló de manera abierta, lo que permitió obtener múltiples respuestas.

Figura 12

Beneficios de Contar con Personal Especializado en BIM, Según los Empleadores

Principales Beneficios Identificados	Descripción
Mejora continua	Los empleadores opinan que es necesario preocuparse por las mejoras en la empresa, ser eficientes en los procesos, reducir costos. Hacer uso de tecnología avanzada, transformar la cultura organizacional hacia una más colaborativa y eficiente, lo que puede resultar en un crecimiento sostenible y una ventaja competitiva en el mercado.
Maestría BIM potenciará la calidad de los proyectos	Mediante una planificación más precisa y la detección temprana de inconsistencias. Así mismo mejorará la producción al optimizar la coordinación entre equipos y Contribuye a la calidad de la excelencia profesional.
Importante para la eficiencia en los procesos y en las empresas	La formación fortalecería la eficiencia en la gestión y ejecución de proyectos.
Es necesaria su implementación académica	La implementación del sistema BIM es necesaria para el desarrollo y eficiencia del sector diseño y construcción, incluir prácticas desde las primeras materias. Es importante que sea impartido por la Universidad de El Salvador el uso de la metodología BIM, ya que se está utilizando en proyectos de las empresas privadas y de gobierno, un ejemplo es que CASALCO están promoviendo el primer Forum BIM en El Salvador.
Mejorará el seguimiento y control de obras.	En general va a mejorar el seguimiento y control de obra en los proyectos y la calidad de los mismos.

Las empresas buscan mejorar sus procesos, reducir costos y adoptar tecnología avanzada, por lo que a implementación de BIM puede ayudar a transformar la cultura organizacional hacia una mayor colaboración y eficiencia, lo cual puede ofrecer una ventaja competitiva y crecimiento sostenible.

La maestría en BIM permitirá una planificación más precisa y la detección temprana de errores, mejorará la coordinación entre equipos y contribuirá a una mayor excelencia profesional en la ejecución de proyectos.

La formación en BIM fortalecerá la eficiencia en la gestión y ejecución de proyectos; su inclusión académica es crucial para el desarrollo del sector de diseño y construcción, ya que está en uso tanto en el sector privado como en proyectos gubernamentales, como el Fórum BIM promovido por la Cámara Salvadoreña de la Construcción, CASALCO. La implementación de BIM mejorará significativamente el seguimiento y control de las obras, así como la calidad general de los proyectos.

Las respuestas cuantificadas y agrupadas mostraron que los empleadores tienen grandes expectativas sobre el impacto positivo que la implementación del BIM tendrá en sus empresas, particularmente en términos de mejora continua, calidad de proyectos, eficiencia operativa, y la necesidad de una implementación académica robusta. Estos resultados subrayaron la importancia de desarrollar una maestría en BIM que esté alineada con las demandas actuales de la industria y las expectativas de los empleadores.

4.3. Caracterización de Entrevistas Dirigidas a Autoridades Académicas

Se entrevistó a los directores de la Escuela de Posgrado y Escuela de Arquitectura para obtener sus perspectivas sobre la propuesta de implementar un Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando sistema BIM. Durante las entrevistas, se discutieron temas fundamentales, como la estructuración de inversión, las tarifas docentes, los costos administrativos y las estrategias de marketing del nuevo programa, además, se exploró la alineación del programa con los objetivos de la Escuela de Arquitectura, así como los recursos necesarios y las expectativas relacionadas con su implementación.

4.4. Análisis Comparativo

Beneficios de Implementar el Programa de Maestría.

Para hacer referencia a este apartado es importante mencionar que se consultó al Director de la Escuela de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de El Salvador, sobre la importancia, los beneficios y si el Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM propuesto, se alinea con la misión y la visión de la Escuela,

manifestando que es de vital importancia formar profesionales altamente cualificados en el uso del Building Information Modeling (BIM) para mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad en proyectos arquitectónicos, preparándose para liderar en un entorno digitalizado y globalizado, además explica que la maestría se alinea con la misión y visión de la Escuela de Arquitectura ya que potencia el enfoque multidisciplinario, integrando diseño, construcción y gestión de proyectos, y fortaleciendo la formación de profesionales competitivos a nivel internacional, por otra parte que se espera que la Universidad tenga una posición como líder en formación especializada en BIM, atrayendo estudiantes y profesionales interesados en desarrollar competencias avanzadas en tecnologías de construcción, y contribuyendo al desarrollo de infraestructura en el país.

Además, al encuestar a los empleadores del rubro de la construcción manifestaron que es necesaria la formación y la implementación del sistema BIM para el desarrollo y eficiencia del sector diseño y construcción, que se deben incluir las prácticas del modelo desde las primeras materias del programa de maestría, sobre todo, que es importante que sea impartido por la Universidad de El Salvador el uso de la metodología BIM, ya que se está utilizando en proyectos de las empresas privadas y de gobierno, que un ejemplo es que la Cámara Salvadoreña de la Construcción, CASALCO entre otras instituciones están promoviendo la primera edición del Fórum BIM en El Salvador, que se realizó de forma virtual en el mes de octubre del presente año.

Es por eso que resalta la importancia de la formación, para fortalecer la eficiencia en los procesos de la gestión y ejecución de proyectos y reducir costos en las empresas, ya que el uso de tecnología avanzada como lo es el BIM, transforma la cultura organizacional hacia una más colaborativa y eficiente, lo que puede resultar en un crecimiento sostenible y una ventaja competitiva en el mercado y que contribuye a la calidad de la excelencia profesional.

En concordancia con lo mencionado por las autoridades académicas y los empleadores, al realizar la encuesta a los y las profesionales de Arquitectura e Ingeniería Civil, tenemos que un 86% opinan que están muy interesados en la maestría de especialización en esta área.

Al consultarles sobre sus expectativas sobre la modalidad de implementación del Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, 96 de la población en estudio opinaron que están de acuerdo en una modalidad semipresencial, en cuanto a las razones principales por la cuales estudiarían una maestría, al ser una pregunta de elección múltiple se

obtuvo que la respuesta más determinante fue el desarrollo profesional seguido por los requisitos del mercado y por último pero no menos importante las expectativas salariales.

Fases para la implementación del Programa de Maestría

Dentro de las fases de implementación de una maestría se deben considerar diferentes elementos, según explica la autoridad de la Escuela de Posgrados:

- Primero se debe tener el diseño del programa aprobado institucionalmente.
- Luego, se presenta una propuesta que incluye todos los recursos necesarios, como infraestructura, equipos tecnológicos, licencias y software.
- Una vez aprobada la propuesta, se procede a ejecutar el plan y el programa. Implementar significa poner en marcha el programa.
- Además, se debe considerar la difusión y promoción del programa mediante campañas de mercadeo.
- Después, se lleva a cabo el proceso de admisión y selección de estudiantes, así como la contratación de profesores.
- Finalmente, se implementa un proceso de retroalimentación y evaluación continua, liderado por el Director de la Escuela y los coordinadores del programa, para asegurar la calidad y hacer los ajustes necesarios.
- La implementación requiere la validación del programa por expertos para garantizar su calidad.

Considerando dichas fases para la implementación del programa en el apartado de recursos, el Director de la Escuela de Arquitectura, explicó que la Universidad ya cuenta con la infraestructura adecuada, equipos de cómputo, software especializado, y personal docente capacitado, pero que para la implementación del programa se requieren aulas equipadas, laboratorios de cómputo con software relacionados al Sistema BIM, y acceso a bibliotecas y recursos digitales.

También explicó que, con relación a la calidad de los recursos disponibles en la Escuela de Arquitectura para la implementación del programa de maestría, estos son adecuados y cumplen con los estándares necesarios para ofrecer una formación de calidad en BIM. Solamente que el recurso humano especializado en el tema no se tiene.

Actividades y Recursos Requeridos Para la implementación:

Según las autoridades académicas es de vital importancia considerar los recursos para los programas de maestría, el Director de la Escuela de Posgrado explica que, al diseñar un programa académico, las actividades que se deben tomar en cuenta para considerar los recursos requeridos son:

Primero identificar si existe una demanda insatisfecha en el mercado mediante un estudio de mercado. Este estudio determina si hay un segmento que necesita el programa propuesto y evalúa su viabilidad técnica y financiera, considerando los recursos necesarios y la competencia existente.

Segundo, si el programa es viable, se define el perfil del estudiante de ingreso, asegurando que cumpla con los requisitos mínimos, y se establece el perfil de egreso, que incluye los objetivos, habilidades, conocimientos y competencias a adquirir.

Por último, a partir de esta información, se diseña el plan de estudios, que abarca la estructura curricular, contenidos, metodología de enseñanza, y sistema de evaluación. Este proceso involucra a expertos que asesoran sobre la modalidad de enseñanza, los recursos didácticos necesarios y los métodos de evaluación adecuados.

Las autoridades académicas mencionaron según la figura 13, que los recursos que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

Figura 13

Recursos Requeridos Para la Implementación del Programa de Maestría en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador

Recurso	Descripción
Infraestructura	Aulas y laboratorios de cómputo con software especializado (como AutoCAD y Revit, Bibliotecas con acceso a bases de datos y revistas, además de acceso a recursos digitales.
Tecnología	Software BIM (Revit), plataformas de aprendizaje en línea, computadoras de alto rendimiento. Se cuenta con licencias

	básicas estudiantiles de software como AutoCAD y Revit, esenciales para el aprendizaje.
Recurso Humano	Personal docente especializado en BIM, Coordinadores del programa, Docentes Externos y Personal Administrativo. También se requiere capacitación continua en nuevas tecnologías.
Marketing	Campañas de publicidad, uso de redes sociales (Facebook, Instagram, TikTok), estrategias de promoción en medios radiales y televisivos. Faltan expertos en mercadeo.
Insumos	Suministros para laboratorios y aulas, licencias de software, recursos de aprendizaje y materiales de apoyo.

Finalmente, el Director de la Escuela de Arquitectura considera que los recursos disponibles son adecuados y cumplen con los estándares necesarios para ofrecer una formación de calidad den BIM, ya que la escuela dispone de las instalaciones y recursos básicos necesarios para implementar el programa conjuntamente con la unidad de Posgrados que, además, cuentan con las licencias estudiantiles de software como AutoCAD y Revit, esenciales para el aprendizaje de BIM.

Inversión para la Implementación del Programa de Maestría:

De igual forma las autoridades académicas concuerdan que la inversión requerida para la implementación del programa la componen varios elementos, como se menciona en el apartado de los recursos, en la figura 13.

Entre estos la inversión en infraestructura, en ese sentido el director de posgrado mencionó que a pesar de que se tiene una infraestructura para llegar al costo real es la complejidad, ya que a veces no hay costos estándares para poderlos estimar, por ejemplo, en la Universidad o la facultad debería proveer el costo promedio de gasto mensual de luz, agua, teléfono, alquiler, Internet, en cada aula para poder determinar costos fijos y variables.

También se debe costear la publicidad y promoción y asignar ese costo, el tiempo de lanzamiento, para tener el costo real y total del programa, además, manifiesta el representante de Arquitectura que se deben considerar la inversión en los diferentes softwares a utilizar, pero se tienen las licencias estudiantiles y el equipo básico para su inicio, son de los retos para asumir.

En este caso para determinar la inversión se tomarán en consideración los elementos mencionados por las autoridades académicas y se realizará una proyección de la inversión para

la implementación del Programa de Maestría; en cuanto a las demandas requeridas por los empleadores del rubro de la construcción, el Director de Arquitectura considera que las habilidades más valoradas incluyen el dominio de software de diseño como AutoCAD y Revit, capacidad de trabajar en equipo, habilidades de gestión de proyectos y comprensión de nuevas tecnologías como BIM.

Al realizar la consulta a empleadores del rubro obtuvimos algunos datos interesantes, al preguntarles sobre las competencias que deben desarrollar los profesionales formados en BIM, respondieron que es muy importante la coordinación de equipos multidisciplinarios seguido de la gestión de proyectos son de las principales competencias requeridas, además, el uso avanzado del software BIM, finalmente pero no menos importantes el análisis de datos, la comunicación efectiva, la cuantificación de material y volúmenes de obras.

Sin embargo, mencionaron que dentro de las habilidades que deben dominar los especialistas en BIM, por orden de importancia según frecuencia de respuestas son: la planificación de proyectos, la gestión de costos, el modelado 3D, conocer sobre la sostenibilidad, Python, procesos constructivos y generación de cantidad de obra y costos junto con programas complementarios como Excel y Project.

En ese sentido al preguntarles cuales eran sus principales razones para apoyar el programa de especialización en BIM, se encuentran competitividad en el mercado, mejora de la eficiencia, reducción de costos, cumplimiento de normativas, el trabajo multidisciplinario y la identificación anticipada de problemas en una obra, que consideran que existen algunos beneficios que puedan obtener si los profesionales de sus empresas se especializan en el sistema BIM, entre estos la mejora en la calidad de los proyectos, incremento de la productividad, mejor coordinación entre equipos, reducción de errores, precisión en la construcción, reduciendo tiempos; aunque existen algunos obstáculos para la implementación del sistema de BIM en algunas empresas, por ejemplo, la inversión en software y las licencias, la falta de personal capacitado, la resistencia al cambio, tener colaboraciones con subcontratistas que implementen el sistema.

En cuanto a los profesionales de Arquitectura e Ingeniería Civil, al consultarles sobre las razones principales para especializarte en BIM, respondieron lo siguiente, según frecuencia de respuestas, iniciando por la más seleccionada son: el desarrollo profesional, los requisitos del

mercado, expectativas salariales, el interés personal por la tecnología, la exigencia laboral, oportunidad de intercambio con profesionales internacionales, mejorar en estatus, ser diestro y avanzado en la enseñanza de la construcción.

Además, la mayor parte de la población encuestada se encuentra en el rango de USD\$100.00 a USD\$200.00 con 88 respuestas y 20 profesionales que podían pagar desde USD\$200.00 hasta USD\$300.00 dólares, para especializarse con la maestría del sistema BIM.

Vinculación de las Entrevistas con el Marco Regulatorio

Al evaluar la autonomía universitaria, las autoridades académicas destacan que la universidad posee la facultad para diseñar programas de posgrado, así como la plena autonomía para estructurar los programas y aprobar los planes de estudio correspondientes.

Estas opiniones se alinean con lo establecido en el Artículo 61 de la Ley de Educación Superior y el Artículo 4, inciso a) de la Ley Orgánica de la UES, los cuales confirman la capacidad de la Universidad para estructurar y aprobar sus propios planes académicos. En conjunto, estos elementos reflejan que la Universidad tiene la competencia necesaria para diseñar y gestionar el programa de maestría en BIM, sin interferencia externa.

Ambos directores coinciden en que la maestría debe tener una duración mínima de dos años y una carga académica de al menos 64 unidades valorativas. Este requerimiento está respaldado por el Artículo 12 de la Ley de Educación Superior (L.E.S.), que establece los requisitos mínimos para los programas de maestría. También subrayan que el diseño de la maestría debe cumplir con la normativa vigente, asegurando su validez y legitimidad, y también señalan el costo asociado a la formación.

CAPITULO V

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

- 5.1. Análisis de Factibilidad
- 5.2. Análisis de Viabilidad Financiera
- 5.3. Propuesta de Plan de Estudios
- 5.4. Plan de Implementación

V. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

5.1. Análisis de Factibilidad

La factibilidad de implementación del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM en la Universidad de El Salvador es sólida y está respaldada por varios factores clave, ya que el programa está alineado con la misión y visión de la universidad, la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y la Escuela de Posgrado. La universidad se enfoca en formar profesionales críticos y capaces de proponer soluciones tecnológicas, mientras que la Facultad fomenta la investigación y la creatividad en áreas científicas y la Escuela de Posgrado, a su vez, busca liderar en la formación de especialistas, promoviendo el desarrollo científico y tecnológico con un enfoque en sustentabilidad, lo cual es reforzado por la implementación de BIM, que mejora la eficiencia en la construcción.

En cuanto al marco legal, la autonomía de la Universidad de El Salvador, establecida en la Constitución y en su Ley Orgánica, permite la creación de nuevos programas de estudio sin interferencias externas y el marco normativo para estudios de posgrado también respalda la implementación de programas como este, en modalidades presencial o semipresencial.

Finalmente, desde una perspectiva estratégica, la formación especializada en BIM responde a las tendencias globales de digitalización en la construcción, lo que coloca a El Salvador en una mejor posición para competir internacionalmente. Además, el programa se ajusta a los principios de sostenibilidad y eficiencia en el uso de recursos, alineándose con el objetivo de la Escuela de Posgrado de ser un motor del desarrollo sostenible nacional y regional.

- **Análisis de la demanda**

El estudio sobre la demanda para la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM muestra un alto interés tanto de profesionales como de empresas en El Salvador, ya que las encuestas realizadas a 108 graduados de Arquitectura e Ingeniería Civil indican que 86% de los encuestados están interesados en cursar una maestría, y el 98% de ellos se inclinan hacia una especialización en BIM, reflejando una demanda significativa de formación avanzada en esta área emergente.

Entre las principales motivaciones para especializarse en BIM destacan el desarrollo profesional, la adaptación a las demandas del mercado y la mejora salarial, ya que los profesionales consideran que adquirir habilidades en BIM es crucial para su competitividad laboral y para acceder a mejores oportunidades.

En cuanto a la modalidad de estudio, 96% de los encuestados prefiere la modalidad semipresencial, ya que permite mayor flexibilidad para combinar estudios con trabajo y además, la mayoría de los encuestados están dispuestos a pagar entre USD\$ 100.00 y USD\$ 200.00 dólares mensuales, lo que indica una buena disposición para invertir en su formación, siempre que los costos se mantengan accesibles.

Las empresas encuestadas en el sector de la construcción reconocen que BIM es una herramienta muy importante para mejorar la eficiencia y calidad de los proyectos; sin embargo, aunque ofrecen flexibilidad de horarios para que sus empleados estudien, el apoyo financiero sigue siendo limitado, lo que sugiere que estos profesionales podrían necesitar buscar otras fuentes de financiamiento para acceder al programa y fortalecer así sus competencias en esta herramienta clave.

En definitiva, la demanda del programa de maestría es evidente tanto desde el sector profesional como desde las empresas, lo que respalda la necesidad de implementarlo para cubrir las exigencias actuales del mercado laboral y aumentar la competitividad en el sector de la construcción en El Salvador.

Recursos disponibles

Entre los recursos que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura pone a disposición para el desarrollo de la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, están los siguientes:

A. Infraestructura

- a) Entorno virtual de aprendizaje
- b) Recursos audiovisuales.
- c) Recursos informáticos.
- d) Puntos de acceso a la Internet.
- e) Aulas y acceso a laboratorios según sea requerido

- f) Biblioteca de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
- g) Servicios básicos (Agua, energía eléctrica, comunicaciones)
- h) Servicios de reproducción de documentos, materiales de oficina, papelería.
- i) Transporte para la realización de visitas técnicas en el interior del país
- j) Servicios secretariales.

B. Humanos

El Personal Administrativo

Atenderá las labores de gestión, servicios y apoyo a las actividades académicas. A continuación, se presenta las funciones de cada personal involucrado para la atención de la maestría.

Director de la Escuela de Posgrado

Atribuciones y funciones del Director de Escuela de Posgrado

Art. 16 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador, son atribuciones y funciones del Director de la Escuela de Posgrado de la Facultad las siguientes:

- a) Convocar y presidir el Comité Académico de Posgrado de la Facultad;
- b) Administrar los programas de posgrado de la Facultad;
- c) Velar por la ejecución del plan anual operativo, el cual deberá ser elaborado tomando como base las propuestas formuladas por el CDP;
- d) Actuar como representante de la Escuela de Posgrado ante el Consejo de Posgrado, así como en la ejecución de los actos inherentes a su cargo;
- e) Gestionar ante las diferentes instancias internas y externas, los recursos necesarios para el funcionamiento y desarrollo de los programas de posgrado;
- f) Proponer a JD las modificaciones a los programas de posgrado;
- g) Elaborar la memoria de las actividades desarrolladas por la Escuela de Posgrado;
- h) Evaluar periódicamente el funcionamiento y desarrollo general de los programas de posgrado;
- i) Solicitar a JD el nombramiento de los asesores y tribunales evaluadores de tesis;
- j) Solicitar a JD la contratación de profesores para los programas de posgrado;
- k) Solicitar al CDP el dictamen favorable para los programas de posgrado;

- l) Enviar a la Administración Académica local los colectores de notas de cada asignatura, curso, módulo y tutoría conforme al calendario académico aprobado por el CSU;
- m) Coordinar el proceso de graduación de los posgrados con la Administración Académica de la Facultad; y
- n) Las demás atribuciones que le asigne el ordenamiento legal universitario.

Coordinador del Programa de Posgrado

Art. 19 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador: Cada Programa de Posgrado deberá ser administrado por un Coordinador de Posgrado.

Para ser Coordinador de un Programa de Posgrado se requiere:

- a) Poseer como mínimo el grado académico que ofrece el programa que administra; y
- b) Experiencia docente a nivel universitario.

El Coordinador del Programa de Posgrado será nombrado por la Junta Directiva a propuesta del Director de la Escuela de Posgrado, durará en sus funciones el mismo período del Decano, pudiendo ser reelecto por un período más.

Funciones del Coordinador del Programa de Posgrado

Art. 20 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador: Son funciones del Coordinador de Programa de Posgrado, las siguientes:

- a) Administrar el proceso académico de uno o varios programas de posgrado afines;
- b) Integrar el Comité Académico de Posgrado;
- c) Elaborar el plan anual de trabajo y presentarlo al Director de la Escuela de Posgrado;
- d) Elaborar el informe semestral y memoria anual del programa académico que administra y presentarlo al Director de la Escuela de Posgrado.
- e) Coordinar el proceso de selección e inscripción de los alumnos;
- f) Informar a los alumnos inscritos de las cuotas de matrícula y escolaridad de los programas de posgrado, proceso de grado y graduación;
- g) Elaborar con los docentes la planificación de asignaturas, cursos, módulos y tutorías;
- h) Evaluar el proceso de enseñanza aprendizaje de los posgrados con docentes y estudiantes;

- i) Planificar horarios y espacios físicos de asignaturas, cursos, módulos, tutorías de acuerdo al número de alumnos inscritos;
- j) Coordinar el proceso de servicio social con la Unidad de Proyección Social de la Facultad; y
- k) Las demás atribuciones que le señale la legislación universitaria.

Funciones del Coordinador de Operaciones de Programas de Maestrías y Doctorados

- a) Contribuir a la elaboración de propuestas de desarrollo de nuevas ofertas de programas de maestría, así como colaborar en la evaluación de la pertinencia académica, técnica y financiera de las potenciales ofertas de dichos programas;
- b) Colaborar en los procesos de selección de maestrantes en los programas de maestrías que se oferten;
- c) Implementar las actividades implicadas en los lineamientos generales y específicos relativos a la coordinación académica de los programas de maestría, así como realizar el seguimiento de los mismos;
- d) Monitorear y dar seguimiento, en coordinación con la dirección de la escuela, a los procesos de tesis de los diversos programas de maestría que se desarrollen, implementando políticas, estrategias y diversas actividades orientadas a la mejora de la eficiencia terminal de los programas de maestrías;
- e) Informarse periódicamente del proceso de gestión de cobros de los servicios de servicios de formación a través de programas de maestrías y doctorados, en lo que respecta a los detalles con implicaciones en sus funciones;
- f) Proponer y participar en el diseño de programas de mejora del proceso de tesis y contribuir a su implementación;
- g) Contribuir al desarrollo de procesos de mejora continua en el área de coordinación académica de los programas de maestría, principalmente dándole seguimiento a las evaluaciones relacionadas al ámbito de maestrías y doctorados y a la consolidación de estas;
- h) Colaborar en la ejecución de otras funciones macro fundamentales de la escuela si así le es requerido y/o cuando esto no sea en detrimento de sus funciones principales.

Funciones del Coordinador de Operaciones de Servicios de Educación Continua

- a) Contribuir a la elaboración de propuestas de desarrollo de nuevas ofertas académicas de educación continua, así como en las actividades administrativas, académicas que se requieran o derivasen de los resultados de las propuestas elaboradas y aprobadas;

- b) Colaborar en evaluación de la pertinencia académica, técnica y financiera de las potenciales ofertas de educación continua a desarrollar;
- c) Diseñar y participar en el proceso de validación, y operativización de las estrategias de promoción de los servicios de educación continua que la escuela oferta; así como colaborar en los propios relativos al área de programas de Maestría y Doctorados;
- d) Gestionar los procesos de información y comunicación con los interesados en las ofertas de educación continúa implementadas, así como los inherentes a seguimiento del pago inicial e inscripción de estos;
- e) Colaborar en la gestión de los procesos inherentes a los casos especiales de participación en las ofertas de educación continua desarrolladas (exoneraciones de pago, relaciones de aprobación-pago con otras facultades/entidades, inscripciones colectivas, entre otros);
- f) Garantizar, en coordinación con los coordinadores de los diplomados que se implementen, el adecuado montaje, accesibilidad y gestión de la plataforma virtual que se utilice para el desarrollo de estos; incluyendo los procesos de cierre de módulos, gestión de notas, inscripción y exoneraciones según se coordine con la dirección de la escuela;
- g) Garantizar, con el apoyo de la dirección de la escuela y dentro del ámbito de sus atribuciones y enmarcado en los recursos disponibles y asequibles, el que los diplomados cuenten con los recursos infraestructurales y logísticos pertinentes para su óptima ejecución;
- h) Coordinar los procesos de cierre oficial de las ofertas de educación continua en términos de oficialización de notas, elaboración de diplomas y actos de entrega de diplomas, coordinándose con el Gestor de Control y Seguimiento Operativo Académico en aquellos aspectos que sus funciones lo demanden;
- i) Colaborar en la ejecución de otras funciones macro fundamentales de la escuela si así le es requerido y cuando esto no sea en detrimento de sus funciones principales.

Funciones de la Gestora Administrativa Académica

- a) Aperturar los expedientes académicos de todos los aspirantes e inscritos en los programas académicos que se ofertan desde la Escuela de Posgrado, garantizando el que estos cuenten con toda la información requerida;

- b) Apoyar las gestiones relativas al cierre de expediente previo a graduación de los programas de maestría ofertados desde la escuela, así como la de los participantes en otros tipos de oferta académica servida desde la escuela;
- c) Orientar a los egresados próximos a graduarse sobre los trámites necesarios para la graduación;
- d) Apoyar las gestiones relativas a asuntos oficiales de aprobación de planes de estudio, ajustes a estos, aprobación de programas y otros relativos a la oferta académica de la escuela, que tenga relación con otras instancias de la universidad;
- e) Verificar el registro oportuno de las notas de las unidades de aprendizaje de la oferta académica en el sistema correspondiente y colaborar en los aspectos que abonen al logro de dicho registro;
- f) Apoyar, según le sea requerido, en la elaboración de constancias solicitadas por usuarios de los servicios que la escuela brinda;
- g) Colaborar con la gestión financiera de proyectos académicos especiales asignados para su monitoreo, seguimiento y gestión documental;
- h) Revisar la elaboración de los reportes de ingresos mensuales por servicios obtenidos a través de medios electrónicos para ser reportados a la administración financiera de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura o para la toma de decisiones dentro de la escuela;
- i) Recibir y registrar información correspondiente a las actividades que realiza la escuela, con el fin de consolidar un contexto de conocimiento que le permita realizar mejor sus funciones;
- j) Colaborar proveyendo información a su alcance para el buen suceso de las actividades de otros puestos en la escuela de posgrado;
- k) Colaborar en aquellas actividades administrativas académicas que por su naturaleza se encuentren dentro de su ámbito de atribuciones.
- l) Colaborar en la ejecución de otras funciones macro fundamentales de la escuela si así le es requerido y cuando esto no sea en detrimento de sus funciones principales.

Funciones del Técnico de Gestión de Operaciones de Servicios de Educación Continua

- a) Contribuir a la elaboración de propuestas de desarrollo de nuevas ofertas académicas de educación continua, así como en las actividades administrativas, académicas que se requieran o derivasen de los resultados de las propuestas elaboradas y aprobadas;

- b) Apoyar el diseño y participar en el proceso de validación, y operativización de las estrategias de promoción de los servicios de educación continua que la escuela oferta; así como colaborar en los propios relativos al área de programas de Maestría y Doctorados;
- c) Apoyar el buen desarrollo de los procesos de información y comunicación con los interesados en las ofertas de educación continúa implementadas, así como los inherentes a seguimiento del pago inicial e inscripción de estos;
- d) Apoyar el adecuado montaje, accesibilidad y gestión de la plataforma virtual que se utilice para el desarrollo de estos; incluyendo los procesos de cierre de módulos, gestión de notas, inscripción y exoneraciones según se coordine con la dirección de la escuela;
- e) Colaborar en la ejecución de otras funciones macro fundamentales de la escuela si así le es requerido y cuando esto no sea en detrimento de sus funciones principales y aportar la información que esté a su alcance para el monitoreo y seguimiento de las actividades de la escuela;
- f) Administrar el Sistema de Gestión de Educación Continua, actualizando la información según sea pertinente en coordinación con los miembros del equipo de trabajo de la escuela que sea requerido;
- g) Elaborar el informe ejecutivo de desarrollo de cada oferta de Educación Continúa finalizada y el informe semestral respectivo;
- h) Realizar, junto con la dirección de la escuela la gestión de los medios de comunicación, promoción y visibilizar en las redes sociales y página web de la escuela.

Funciones del Gestor de Monitoreo y Seguimiento Operativo y Académico

- a) Colaborar en el monitoreo de los pagos realizados por los servicios que se brindan, tanto a nivel de maestría como de diplomados, presentando informes periódicos, según sea conveniente, para la toma de decisiones pertinentes;
- b) Dar seguimiento a la programación y operativización de la administración de los instrumentos de evaluación del desempeño que en el marco del Sistema de Calidad de la escuela sean requeridos, coordinando con las unidades correspondientes según sea pertinente;
- c) Operativizar el Sistema de Apoyo a la Gestión de Entornos Virtuales de Aprendizaje (SAGEVA) a través del cual se realiza el monitoreo, apoyo y seguimiento a la gestión de los entornos virtuales y a algunas actividades académicas,
- d) Monitorear y dar seguimiento a aquellas ofertas académicas específicas en aspectos que por sus características deben ser objeto de cercanía en variables clave (diplomados o

maestrías impartidas/pagadas/total o parcialmente a colectivos de entidades (gremios, empresas, instituciones diversas, etc.)

- e) Apoyar a los Gestores de operaciones de Educación Continua y Maestrías y Doctorados, en las actividades de monitoreo que a través de la dirección se definan como fundamentales para el óptimo cumplimiento de las metas anuales de la escuela;
- f) Recoger la información requerida para dar seguimiento a las metas-resultados del plan operativo anual por resultados de la escuela y brindar informes periódicamente según se determine;
- g) Colaborar en aquellas actividades administrativas académicas que por su naturaleza se encuentren dentro de su ámbito de atribuciones y proponer a la dirección de la escuela mejoras en aquellos procesos o casos objeto de monitoreo y seguimiento que a su juicio lo requieran;
- h) Recibir y registrar información correspondiente a las actividades que realiza la escuela, con el fin de consolidar un contexto de conocimiento que le permita realizar mejor sus funciones;
- i) Colaborar en la ejecución de otras funciones macro fundamentales de la escuela si así le es requerido y cuando esto no sea en detrimento de sus funciones principales.

Funciones del Gestor de Monitoreo y Seguimiento Operativo y Académico

- a) Realizar el monitoreo diario de los pagos realizados por los servicios que se brindan, tanto a nivel de maestría como de diplomados, presentando informes mensuales para la toma de decisiones pertinentes;
- b) Elaborar los reportes de ingresos mensuales por servicios obtenidos a través de medios electrónicos para ser reportados a la administración financiera de la FIA o para la toma de decisiones dentro de la escuela;
- c) Contribuir cercanamente en aquellos procesos de monitoreo inherentes al cierre de módulos, asignaturas u otro esquema de formación que requiera de información de pagos; coordinando con los gestores de operaciones de educación continua y maestrías en las gestiones pertinentes;
- d) Dar seguimiento a la programación y operativización de la administración de los instrumentos de evaluación del desempeño que en el marco del Sistema de Calidad de la escuela sean requeridos, coordinando con las unidades correspondientes según sea pertinente;

- e) Verificar la remisión oportuna a los evaluados, con copia a los coordinadores respectivos de cada programa, el informe de evaluación de desempeño respectivo; y registrar y consolidar los informes de desempeño para realizar el consolidado semestral de los mismos;
- f) Apoyar a la Gestora Administrativa Académica y a los Gestores de operaciones de Educación Continua y Maestrías y Doctorados, en las actividades de monitoreo que a través de la dirección se definan como fundamentales para el óptimo cumplimiento de las metas anuales de la escuela.

Secretaria

Es parte del personal administrativo y la responsable de elaborar la papelería de las actividades de cumplimiento del coordinador, así también todo lo relacionado a la maestría.

Ordenanzas

Responsables del mantenimiento del aseo, del transporte de correspondencia interna, transporte del equipo y material de apoyo del docente y administrativo en el desarrollo de las actividades correspondiente a la maestría.

5.2. Análisis de Viabilidad Financiera

El análisis de viabilidad financiera tiene como objetivo evaluar la sustentabilidad económica del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, para proveer una base sólida y así poder proyectar la sostenibilidad del programa y tomar decisiones informadas sobre su implementación.

- **Evaluación económica del programa**

La siguiente tabla establece los criterios definidos para el pago de los docentes que colaboran en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, los cuales sirven como base para respaldar el pago de los profesionales, según su nivel académico y su origen.

Tabla 11*Criterios Para Pago Docentes de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura*

Título	Nacional/Internacional	Valor a pagar por hora
Maestro	Nacional	\$ 25.00
Maestro	Internacional	\$ 30.00
Doctor y Posdoctor*	Nacional	\$ 30.00
Doctor y Posdoctor*	Internacional	\$ 35.00

Fuente: Elaborado con datos obtenidos de Acuerdo de Junta Directiva SA-036/2024 de fecha 15 de julio 2024.

* El título a nivel de Doctorado Posdoctorado tiene que ser relacionado con el área que se impartirá la asignatura para poder pagar el monto descrito.

- **Unidades Valorativas**

A continuación, se detalla la relación entre las Unidades Valorativas (UV) y las horas de trabajo correspondiente, en el marco del plan de estudios para la obtención del grado de Maestro(a), ya que según lo estipulado en el Art. 6 de la Ley de Educación Superior (L.E.S.), cada unidad valorativa equivale a un mínimo de veinte horas de trabajo académico por parte del estudiante, bajo la supervisión de un docente, distribuidas a lo largo de un ciclo de dieciséis semanas.

La tabla 12 refleja este cálculo, destacando el total de horas de trabajo por cada unidad valorativa. Es importante notar que la duración del plan de estudios no será menor de dos años, con una exigencia mínima de sesenta y cuatro unidades valorativas para la obtención del grado.

Tabla 12*Relación Entre Unidades Valorativas y Horas de Trabajo*

Unidad Valorativa	Horas de trabajo	Total horas
1	20	20
2	20	40
3	20	60
4	20	80

Fuente: Artículo 6, Ley de Educación Superior

- **Estructura del plan de estudios**

El plan de estudio está conformado por 16 asignaturas, 12 de 4 U.V, 2 de 5 U.V. y 2 de 3 U.V., haciendo en total de 64 UV.

A continuación, se muestra en la tabla 13 un desglose de las asignaturas que conforman el plan de estudios, detallando las unidades valorativas asignadas a cada una, lo que permite visualizar la estructura académica del programa.

Tabla 13

Asignaturas que Conforman el Plan de Estudios, con sus Respectivas Unidades Valorativas

Código	Asignatura	UV
MBIM001	Introducción al BIM	4
MBIM002	Modelado de Información para la Construcción	4
MBIM003	Gestión de Datos y Documentación en BIM	4
MBIM004	Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM	4
MBIM005	Gestión de Proyectos BIM	4
MBIM006	Diseño Sostenible y BIM	4
MBIM007	Análisis Estructural y MEP (Mecánico, Eléctrico y de Plomería) con BIM	5
MBIM008	Visualización y Presentación de Proyectos BIM	4
MBIM009	Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto	4
MBIM010	Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM	4
MBIM011	Simulación y Análisis de Construcción con BIM	5
MBIM012	Legislación y Normativa en BIM	4
MBIM013	Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción	4
MBIM014	Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM	4
MBIM015	Gestión de Información y Colaboración en BIM	3
MBIM016	Seminario de Tesis	3
	Total	64

- **Inversión de Maestrandos en Procedimientos Administrativos de Ingreso y Reingreso.**

Aranceles que pagan los maestrandos para quedar registrados oficialmente en su programa de maestría y para trámite del Documento Único Estudiantil, lo que se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 14

Inversión de Maestrandos Graduados de la Universidad de El Salvador, por Reingreso al Programa de Maestría

Concepto	Cantidad	Valor
Reingreso	1	\$5.71
Apertura Expediente	1	\$8.00

Nota: Estos pagos no ingresan a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Tabla 15

Inversión de Maestrandos Graduados de Universidades Privadas, por Ingreso al Programa de Maestría

Concepto	Cantidad	Valor
Ingreso	1	\$11.43
Apertura Expediente	1	\$8.00

Nota: Estos pagos no ingresan a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

- **Exoneración del Personal de la Universidad de El Salvador**

La Universidad de El Salvador ofrece a sus empleados académicos y administrativos no docentes, la exoneración de cuotas de matrícula y escolaridad para estudios de maestría; esta prestación se encuentra establecida en el Artículo 25 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador, cumpliendo con el requisito de ser empleado por contrato permanente.

- **Pagos de Maestrandos Cuotas de Matrícula y Escolaridad**

En la siguiente tabla se presentan los ingresos proyectados por cuotas de matrícula y escolaridad, correspondientes a un maestrando inscrito durante el periodo de implementación del programa.

Tabla 16

Inversión Maestrandos por ingreso al Programa de Maestría

Concepto	Cantidad	Valor	Total
Matricula	2	\$200.00	\$400.00
Escolaridad	20	\$200.00	\$4,000.00
Total			\$4,400.00

Equipo para Funcionamiento Administrativo de la Escuela de Posgrado

La siguiente tabla muestra el equipo con que cuenta la Escuela de Posgrado, para su funcionamiento administrativo.

Tabla 17

Detalle del Equipo con el que Cuenta la Escuela de Posgrado

Detalle	Costo unitario	Cantidad	Total
Computadoras	\$700.00	8	\$5,600.00
Equipo de proyección	\$60.00	4	\$240.00
Impresoras	\$80.00	2	\$160.00
Papelería	\$5.00	2	\$10.00
Total			\$6,010.00

Proyección Financiera de la implementación del programa

La proyección financiera para la implementación del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, se basa en un conjunto de datos que reflejan la inversión necesaria para su operatividad durante el periodo inicial; estos datos incluyen la inversión en pago de contratación de personal docente y administrativo, asesoría de tesis, coordinador del programa, número de cohortes activas, ingresos correspondientes al año 2023 de los programas de Maestrías, Doctorados y Educación Continua y otros gastos específicos, como el traslado de docentes internacionales; por lo que se han integrado gastos logísticos como boletos de avión y viáticos, a fin de reflejar de manera precisa los recursos financieros necesarios para alcanzar el punto de equilibrio y asegurar la sostenibilidad del programa.

- **Inversión Para Implementación del Programa de Maestría (2 años)**

La tabla 18 resume la inversión directa asociada con la implementación del programa durante un período de dos años, donde se puede ver que el mayor componente de inversión es la contratación de docentes, seguido por el costo del personal administrativo y la asesoría de tesis.

Tabla 18

Inversión Directa Asociada a la Implementación del Programa de Maestría

Descripción	Inversión
Contratación de Docentes	\$35,200.00
Asesoría de Tesis (10)	\$5,000.00
Coordinador del Programa	\$3,600.00
Personal Administrativo Escuela de Posgrado	\$8,338.64
Total, Implementación	\$52,138.64

Nota: En el ítem de contratación de docentes, se han considerado 13 nacionales y 3 internacionales. *El costo del personal administrativo ha sido prorrateado en función de la cantidad de programas de maestría en ejecución*

Contratación de Docentes

La inversión por contratación de docentes nacionales e internacionales es determinada considerando varios aspectos, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 19*Inversión en Contratación de Docentes Para Implementación de Maestría*

Numero de Asignaturas	Docente	UV asignatura	Horas por UV	Horas Totales	Costo por Hora	Costo unitario	Costo Total
13	Nacional	4	20	80	\$25.00	\$2,000.00	\$26,000.00
3	Internacional	4	20	80	\$30.00	\$2,400.00	\$7,200.00
16	Asignaturas						\$33,200.00

- **Visita Docente Internacional**

La incorporación de docentes internacionales es fundamental para enriquecer la calidad académica del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando sistema BIM; la visita de estos profesionales aporta perspectivas globales y conocimientos especializados, beneficiando tanto a los maestrandos como al cuerpo docente.

Para llevar a cabo esta estrategia, es necesario realizar una inversión que cubra aspectos logísticos, tales como la inversión en de avión, viáticos y otros gastos relacionados. La siguiente tabla detalla la inversión estimada para asegurar la visita de un docente internacional, con el fin de fortalecer la formación y actualización de conocimientos en el área.

Tabla 20*Inversión en Traslado de Docente Internacional*

Concepto	Inversión
Boleto de Avión ida y regreso	\$1,200.00
Viáticos	\$800.00
Total	\$2,000.00

- **Docente Asesor de Trabajo de Graduación**

La Escuela de Posgrado paga \$500 en concepto de asesoría de tesis por maestrando o grupo de maestrandos, esta asesoría es una sola vez durante todo el desarrollo de la tesis, como se detalla en la tabla 21:

Tabla 21

Inversión por Asesoría de Tesis

Descripción	Inversión Total
Asesor de Tesis	\$500.00

- **Coordinación del Programa de Maestría**

La coordinación del programa de maestría se paga de forma semestral, considerando los periodos detallados en la tabla 22:

Tabla 22

Inversión Pago Coordinador, por Programa de Maestría

Periodo	Monto a Cancelar
16 de enero al 30 de junio (año 1)	\$900.00
del 1 de julio al 14 diciembre (año 1)	\$900.00
16 de enero al 30 de junio (año 2)	\$900.00
del 1 de julio al 14 diciembre (año 2)	\$900.00
Total, pago coordinador	\$3,600.00

Nota: El programa de maestría dura dos años, cuatro ciclos académicos, razón por la que se han tomado 4 semestres en el desarrollo del programa.

- **Personal Administrativo**

El personal administrativo, está conformado por los puestos mencionados anteriormente que representan los recursos humanos disponibles en la Escuela de Posgrados, este equipo incluye profesionales de diversas áreas, una secretaria y un ordenanza, quienes son fundamentales para garantizar el funcionamiento operativo. Es importante destacar que los salarios del personal eventual se cubren con los ingresos generados por las maestrías, lo que los convierte en parte esencial de la estructura de inversión de la Escuela de Posgrados, esto asegura que los costos relacionados con el personal eventual se cubran a través de los recursos del Proyecto Académico Especial de Maestrías, asegurando la autosostenibilidad financiera de la unidad.

- **Listado de Programa de Maestría Activas en la Escuela de Posgrado**

En el contexto de ingresos, el programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, se sumará a la oferta actual de programas de maestría activos en la Escuela de Posgrado, contribuyendo a la generación de ingresos para la institución, lo que se detalla a continuación:

- Maestría en Formulación, Evaluación y Gestión de la Implementación de Proyectos
- Maestría en Prevención de Riesgos Laborales
- Maestría en Ingeniería Estructural
- Maestría en Ingeniería para la Industria con Especialización en Ciencias de la Computación
- Maestría en Energías Renovables y Medio Ambiente
- Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM

A través de la elaboración de un prorratio de los ingresos generados en el año 2023, distribuidos entre maestrías y doctorados que representan un 58.75% y educación continua un 41.25%, haciendo una distribución del costo del personal administrativo, dividido entre la cantidad de programas de maestrías activas, que actualmente son 7; se determinó que el costo de personal administrativo por programa de maestría es de \$8,338.64 para dos años.

- **Punto de Equilibrio**

El punto de equilibrio es un concepto financiero crucial para garantizar la sostenibilidad de un programa académico, como lo es la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando sistema BIM.

Importancia

El cálculo del punto de equilibrio para un programa académico permite identificar el número mínimo de estudiantes ordinarios necesarios para cubrir la inversión total proyectada, asegurando que no haya pérdidas financieras en el corto plazo. En este caso, el punto de equilibrio se calcula considerando la inversión de implementación en los primeros dos años del programa y los ingresos proyectados provenientes de los maestrandos.

Desglose de los Componentes del Cálculo

Inversión Total de Implementación

Incluye toda la inversión asociada con la puesta en marcha del programa durante sus primeros dos años, que ascienden a \$52,138.54. Esto podría desglosarse aún más en categorías como:

Ingresos Ordinarios (80%)

Los ingresos provenientes de los maestrandos que pagan cuotas completas de matrícula y escolaridad se estiman en \$4,400.00. Este porcentaje representa la base principal de sostenibilidad financiera.

Ingresos Exonerados (20%)

Incluyen a los empleados de la facultad que están exentos del pago de cuotas. Aunque estos no contribuyen financieramente al programa, su inclusión fortalece la base académica y profesional del programa. Para determinar el punto de equilibrio se utilizarán los datos detallados en la tabla 23:

Tabla 23

Desglose del Total de Inversión e Ingresos

Descripción	Inversión
Total, Implementación, 2 años	\$52,138.54
Ingreso Ordinario (80%)	\$4,400.00
Ingreso Exonerado (20%)	\$0.00

- **Cálculo del punto de Equilibrio**

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Total de Inversión Implementacion}}{\text{Importe Total Ordinario}}$$

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\$52,138.64}{\$4,400.00} = 12 \text{ Maestrandos}$$

Interpretación del Punto de Equilibrio

El resultado del cálculo muestra que el programa necesita un mínimo de 12 maestrandos ordinarios para cubrir su inversión, esto significa que, si se logra matricular al menos esta cantidad de estudiantes en los primeros dos años, el programa será financieramente sostenible, garantizando su continuidad.

Factores Estratégicos para Asegurar el Equilibrio

- **Estrategias de Promoción y Reclutamiento:** Para asegurar un flujo constante de maestrandos, se pueden implementar campañas de marketing dirigidas a profesionales del sector de la construcción, arquitectos e ingenieros interesados en desarrollar competencias en BIM.
- **Diversificación de Ingresos:** Además de los ingresos ordinarios, podrían explorarse fuentes adicionales de financiamiento, como patrocinios de empresas del sector de la construcción, colaboración con instituciones gubernamentales o internacionales, o la oferta de cursos cortos relacionados con BIM.

- **Optimización de Costos:** Analizar periódicamente los costos operativos para identificar áreas donde se puedan optimizar recursos sin comprometer la calidad educativa.

Impacto en la Viabilidad Económica

Alcanzar el punto de equilibrio no solo asegura la viabilidad financiera del programa, sino que también establece una base sólida para expandir el alcance del programa en el futuro. Por ejemplo:

- Incremento en el número de estudiantes por cohortes futuras.
- Inversión en recursos tecnológicos avanzados y capacitación docente.
- Expansión del programa a modalidades virtuales o semipresenciales para atraer a más participantes.

Proyección Posterior al Punto de Equilibrio

Una vez que el programa supere el número mínimo de maestrandos requeridos para el equilibrio, los ingresos adicionales podrían destinarse a:

- Mejoras continuas en la infraestructura del programa.
- Becas o incentivos para atraer talento nacional e internacional.
- Investigación aplicada en el área de tecnología de la construcción utilizando BIM.

El cálculo del punto de equilibrio para la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando sistema BIM proporciona un marco sólido para la sostenibilidad del programa. Asegurar que el número mínimo de maestrandos ordinarios sea alcanzado es esencial, pero también es importante complementar esta estrategia con iniciativas de promoción, optimización de inversión y diversificación de ingresos para garantizar el éxito a largo plazo.

5.3. Propuesta de Plan de Estudios

A continuación, se presenta la propuesta del Plan de Estudios para la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM; el diseño del plan responde a las necesidades identificadas durante el análisis de factibilidad y viabilidad, buscando formar profesionales altamente capacitados en el uso de tecnologías avanzadas en el área de construcción.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO**



**PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIO DE LA MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO SISTEMA BIM, PARA LA ESCUELA DE POSGRADO
DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AÑO 2025**

Modalidad De Entrega: Semipresencial

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2025

AUTORIDADES UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

**M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA
RECTOR**

**DRA. EVELYN BEATRÍZ FARFÁN
VICERRECTORA ACADÉMICA**

**LCDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA
SECRETARIO GENERAL**

AUTORIDADES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA
DECANO**

**M.Sc. ANA BEATRÍZ LIMA DE ZALDAÑA
VICEDECANA**

**ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA
SECRETARIO**

ASESORIA TECNICA

- Arq. Manuel Heberto Ortíz Garméndez, Director Escuela de Arquitectura
- Ing. Alejandro Sepúlveda Copete, experto en Sistema BIM, Universidad Nacional de Colombia
- Maestra Gilda Benavides Larín, Comisión Curricular de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
- Maestro Miguel Ángel Pérez Ramos, Docente Escuela de Arquitectura
- Arq. Roberto Antonio Varela, Docente Escuela de Arquitectura

MISIÓN Y VISIÓN

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Misión

La Universidad de El Salvador es una institución pública y autónoma de educación superior, científica, crítica, participativa, democrática y comprometida con el desarrollo nacional integral, con la formación de profesionales de alta calidad humana, científica, tecnológica y con el medio ambiente y la vida, en todas sus formas y manifestaciones, así como con la producción y aplicación contextualizada del conocimiento, a través de la praxis integrada de la docencia, la investigación y la proyección social.

Visión

Ser la universidad pública y autónoma rectora de la educación superior en el país, cuyo liderazgo educativo nacional e internacional con formación innovadora de profesionales emprendedores de la más alta calidad y con la producción de conocimientos científicos y tecnológicos, la posibilitan para ser autora y actora democrática y crítica de los cambios socioeducativos, que conlleva a la construcción de una sociedad desarrollada, más justa, educada, sostenible, científica y segura.

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Misión

Ser una Institución formadora de profesionales competentes, responsables y éticos, en las áreas de la Ingeniería y la Arquitectura; generadora de alternativas de solución a los problemas ingentes nacionales en sus áreas de competencia, promoviendo el desarrollo tecnológico, científico, social, cultural y económico; además, promotora de la vinculación con los sectores productivos y sociales, tanto públicos como privados, así como nacionales e internacionales.

Visión

Ser una Institución referente en las áreas de su especialidad a nivel nacional y regional, generadora de innovación tecnológica y de investigación aplicada.

ESCUELA DE POSGRADO

Misión

Sistema de posgrados de carácter público, formador de especialistas en las áreas de Ingeniería y Arquitectura con la competencia idónea para contribuir eficazmente al desarrollo científico y tecnológico del país y la región desde una perspectiva de sustentabilidad ambiental, económica y social.

Visión

Ser el sistema de postgrados de mayor prestigio y calidad en El Salvador; dinámico y motor del desarrollo sostenible nacional y regional; gestionado bajo los más altos estándares de calidad; y comprometido con la sociedad.

INTRODUCCION

La presente propuesta para la creación de la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, surge como respuesta a la creciente necesidad de modernizar la industria de la construcción a través de la adopción de tecnologías avanzadas, procesos digitales y prácticas sostenibles, ya que en un contexto global donde la eficiencia, la colaboración interdisciplinaria y la sostenibilidad son pilares fundamentales, esta maestría se posiciona como una solución educativa estratégica para formar profesionales altamente capacitados que lideren la transformación del sector.

El Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una metodología innovadora que integra diseño, planificación, ejecución y gestión de proyectos de construcción en un entorno colaborativo y multidimensional; su implementación no solo mejora la precisión y eficiencia en los proyectos, sino que también reduce costos, optimiza tiempos y minimiza el impacto ambiental.

En este sentido, el programa académico propuesto tiene como objetivo formar expertos capaces de dominar estas herramientas tecnológicas y aplicarlas en proyectos de impacto local e internacional, fomentando la innovación y el desarrollo sostenible.

La maestría está diseñada para ser impartida en modalidad híbrida a lo largo de cuatro semestres, combina asignaturas teóricas, talleres prácticos y un proyecto final de tesis. El plan de estudios integra las competencias esenciales del BIM, incluyendo modelado tridimensional, simulación energética, diseño sostenible y gestión de riesgos, junto con un enfoque en normativas internacionales y tecnologías emergentes como la realidad virtual y el análisis de datos, este enfoque interdisciplinario garantiza que los egresados sean profesionales altamente competitivos y preparados para enfrentar los retos del sector de la construcción.

Además, el programa tiene un fuerte compromiso con la sostenibilidad y el impacto social, preparando a los estudiantes para diseñar y gestionar proyectos que promuevan prácticas responsables y eficientes en el uso de recursos. Con ello, se busca no solo responder a las demandas actuales del mercado laboral, sino también contribuir al desarrollo económico, social y ambiental de El Salvador y la región.

Esta propuesta detalla la estructura académica del programa, sus objetivos, el perfil de los egresados, los recursos necesarios para su implementación y el impacto esperado en la comunidad académica y profesional, ya que la maestría no solo representa una oportunidad para

elevant los estándares educativos, sino que también marca un paso firme hacia la consolidación de un sector constructivo más innovador, sostenible y competitivo.

i. Justificación

La creación del plan de estudios para la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, responde a la urgente necesidad de transformar la industria de la construcción mediante la adopción de metodologías avanzadas y herramientas tecnológicas que promuevan la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad en un entorno global. La industria enfrenta desafíos críticos, como la creciente demanda de proyectos sostenibles, la optimización de recursos y la necesidad de coordinar múltiples disciplinas en proyectos complejos; en este contexto, el Building Information Modeling (BIM) ha emergido como un estándar global que permite resolver estas problemáticas de manera efectiva.

El BIM no solo es una metodología innovadora para el diseño, planificación y ejecución de proyectos de construcción, sino que también promueve un enfoque colaborativo que integra todos los aspectos del ciclo de vida de un proyecto; desde el modelado tridimensional y la simulación energética hasta la gestión de costos y riesgos, esta tecnología se ha convertido en una herramienta indispensable para abordar los retos actuales del sector, sin embargo, la implementación del BIM requiere profesionales altamente capacitados que puedan liderar la adopción de estas metodologías y aprovechar su potencial al máximo.

La maestría propuesta tiene como objetivo formar especialistas capaces de dominar el BIM en todas sus dimensiones, incluyendo el diseño sostenible, la gestión de datos y la coordinación interdisciplinaria, este enfoque permite preparar a los estudiantes para enfrentar no solo las demandas técnicas del mercado laboral, sino también los desafíos éticos, sociales y ambientales de la construcción en el siglo XXI. Además, el programa responde a la necesidad de fortalecer la capacidad nacional e internacional en la adopción de normativas y estándares globales, como la ISO 19650 y las certificaciones LEED, que están transformando las prácticas de la industria.

Desde una perspectiva local, esta maestría es especialmente relevante para El Salvador y la región, donde el sector de la construcción enfrenta limitaciones significativas en términos de productividad, sostenibilidad e innovación. La formación de profesionales especializados en BIM contribuirá a cerrar esta brecha, impulsando proyectos más eficientes, competitivos y responsables con el medio ambiente, además el programa apoyará el desarrollo económico al

mejorar la calidad de los proyectos de infraestructura, atraer inversiones y generar empleo en áreas relacionadas con la tecnología y la construcción.

El plan de estudios está estructurado en cuatro semestres, ha sido diseñado para proporcionar una formación integral que combina fundamentos teóricos, competencias técnicas avanzadas y aplicaciones prácticas. La inclusión de seminarios de investigación, talleres tecnológicos y un proyecto final de tesis asegura que los estudiantes no solo adquieran conocimientos especializados, sino que también los apliquen en contextos reales, generando un impacto positivo en la industria y la sociedad.

La justificación del plan de estudios radica en su capacidad para responder a las demandas actuales y futuras del sector de la construcción, promoviendo la innovación tecnológica, la sostenibilidad y la excelencia profesional. Esta maestría no solo eleva los estándares educativos en la región, sino que también posiciona a la universidad como un referente en la formación avanzada en tecnología de la construcción, contribuyendo de manera significativa al desarrollo sostenible y competitivo de El Salvador y la región.

ii. Generalidades

Nombre de la institución	Universidad de El Salvador
Unidad responsable	Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Nombre de la carrera	Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM
Código	M10509
Plan de estudio	Año 2025
Título a otorgar	Maestro(a) en Tecnología de la Construcción Utilizando el Sistema BIM
Duración en años	4 ciclos / 2 Años Académicos
Año de aplicación	2025
Número de asignaturas	16
Modalidad de entrega	Semi Presencial
Total de unidades valorativas	64
Total de créditos académicos	96
Requisito de ingreso	– Grado Académico Universitario de Arquitectura e Ingeniero (a) Civil y carreras afines

	<ul style="list-style-type: none"> – Los Graduados en el extranjero deberán estar legalmente incorporados con el Grado Académico exigido. – (*) Excepción únicamente para estudiante U.E.S.: Lo regulado en el artículo 21 del Reglamento del Sistema de Posgrado UES.
Requisitos de egreso	<ul style="list-style-type: none"> – Haber cursado y aprobado todas las asignaturas del plan de estudio – Haber realizado un servicio social
N° de horas de servicio social	200 horas
Coficiente de unidades de mérito (cum) mínimo exigible	7.0 (Siete punto Cero)
Nota mínima de aprobación	7.0 (Siete punto Cero)
Sede donde se impartirá	– Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Vigencia del plan	2 años, el cual será actualizado después de cada promoción o en caso especial cuando así lo requiera el Comité Académico de la Facultad

iii. Descripción del Programa de Maestría

La Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM es un programa de formación académica avanzada diseñado para preparar a profesionales altamente especializados en el uso de tecnologías digitales y metodologías innovadoras en el sector de la construcción. Este programa tiene como eje central el Building Information Modeling (BIM), una metodología integral que abarca todas las fases de un proyecto constructivo, desde el diseño y la planificación hasta la ejecución, operación y mantenimiento.

El programa combina un enfoque interdisciplinario con la formación técnica en herramientas avanzadas, permitiendo a los estudiantes desarrollar competencias en modelado tridimensional, simulación, análisis de datos y gestión de proyectos colaborativos. Además, integra dimensiones clave como la sostenibilidad, la innovación tecnológica y el cumplimiento de normativas internacionales, asegurando que los egresados estén preparados para enfrentar los retos actuales de la industria.

El plan de estudios se enfoca en áreas como el modelado avanzado, la gestión de riesgos, la simulación energética y la coordinación interdisciplinaria en proyectos constructivos. Asimismo, fomenta el uso de tecnologías emergentes como la realidad virtual (VR), la inteligencia artificial

(IA) y el análisis de big data, posicionando a los egresados en la vanguardia de la transformación digital en la construcción.

Esta maestría no solo busca formar expertos en tecnología y metodología BIM, sino también profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible, capaces de liderar proyectos que optimicen recursos, minimicen el impacto ambiental y mejoren la calidad de vida de las comunidades. Los egresados estarán capacitados para desempeñarse en una amplia gama de roles, incluyendo consultoría, gerencia de proyectos, diseño sostenible y educación superior, tanto en el ámbito nacional como internacional.

La Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM es una propuesta académica innovadora que impulsa la profesionalización del sector de la construcción y responde a las exigencias de un mundo globalizado, promoviendo la sostenibilidad, la eficiencia y la innovación en cada etapa de los proyectos constructivos.

iv. Objetivos

Objetivo General

Preparar profesionales altamente capacitados en el uso del Building Information Modeling (BIM), integrando competencias técnicas avanzadas, habilidades de gestión y una visión estratégica que les permita liderar proyectos de construcción sostenibles, innovadores y alineados con las demandas del mercado global. Este programa busca formar líderes que impulsen la transformación digital en la industria de la construcción y promuevan la excelencia en cada etapa del ciclo de vida de los proyectos constructivos.

Objetivos Específicos

1. Desarrollar competencias técnicas avanzadas en BIM, proporcionando a los estudiantes los conocimientos y habilidades necesarios para utilizar herramientas y plataformas BIM líderes en el mercado, como Autodesk Revit, Navisworks, ArchiCAD y Allplan. A través de este enfoque, se capacitará a los estudiantes en el modelado tridimensional, el análisis estructural y la simulación de escenarios, con el fin de mejorar la precisión y eficiencia en los proyectos de construcción.

2. Fomentar la colaboración interdisciplinaria, enseñando a los maestrandos a trabajar en entornos colaborativos, mediante la integración de equipos multidisciplinarios, promoviendo una comunicación efectiva entre arquitectos, ingenieros, contratistas y otros actores clave del proyecto.
3. Impulsar el diseño y la construcción sostenibles, Integrando criterios de sostenibilidad en la planificación, diseño y ejecución de proyectos, utilizando BIM para evaluar el impacto ambiental, optimizar recursos y reducir emisiones de carbono, promoviendo prácticas constructivas responsables, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
4. Fortalecer las capacidades de gestión de proyectos, formando líderes capaces de planificar, controlar y ejecutar proyectos constructivos utilizando BIM para gestionar cronogramas, presupuestos y riesgos de manera eficiente e Incorporar metodologías como Lean Construction y Six Sigma para mejorar la productividad y minimizar desperdicios.
5. Promover la innovación tecnológica en la construcción, Introduciendo tecnologías emergentes como la realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial y manufactura aditiva para mejorar la toma de decisiones y optimizar procesos constructivos, e investigar y aplicar nuevas tendencias en BIM, como la interoperabilidad entre plataformas y la integración de datos de IoT (Internet de las Cosas).

v. Requisitos de Ingreso

Podrán aplicar personas naturales de cualquier nacionalidad siempre que cumplan los requisitos estipulados en el Plan de Estudio, los candidatos a ingresar deberán cumplir con la entrega de los siguientes documentos:

a) Graduados de la Universidad de El Salvador

- Pago de Arancel en concepto de reingreso graduado
- Formulario de Solicitud de Ingreso Académico a Programas de Posgrado de la Universidad de El Salvador, para realizar los procesos académicos-administrativos dentro de los plazos establecidos en el calendario académico.
- Una fotografía tamaño 3.5 cms. X 4.5 cms, a color (reciente)

- Certificación de Partida de Nacimiento original y reciente (3 meses)
 - * Para el caso que el aspirante fuere extranjero deberá presentar carnet de residente, con autorización vigente para realizar estudios (en original y copia) y certificación de partida de nacimiento reciente (3 meses) debidamente autenticado.
- Documento Único de Identidad – DUI y Número de Identificación Tributaria – NIT, (original y fotocopia de ambas partes del documento a un solo frente, ampliada al 150%.); Se solicitará el original para confrontarlos en caso de ser necesario.
- Título de Bachiller o su equivalente obtenido en el extranjero debidamente incorporado al Sistema de Educación Nacional, por el Ministerio de Educación.
- Título Universitario en Grado Académico de Arquitecto o Ingeniero (a) Civil, autenticado por la Universidad de El Salvador y el Ministerio de Educación (MINED).
- Certificación de Notas Globales del Grado Académico Universitario, debidamente autenticadas por la Universidad de El Salvador (UES) y registrado en el Ministerio de Educación (MINED).
 - * En la Certificación de Notas Globales debe constar la nota mínima de 7.0 debidamente autenticadas por la Universidad de El Salvador (UES) y registrado en el Ministerio de Educación (MINED)
- Certificado de Salud de la Universidad de El Salvador

b) Graduados de otra Universidad Legalmente Reconocida en el País

- Pago de Arancel en concepto de Nuevo Ingreso
- Formulario de Solicitud de Ingreso Académico a Programas de Posgrado de la Universidad de El Salvador, para realizar los procesos académicos-administrativos dentro de los plazos establecidos en el calendario académico.
- Una fotografía tamaño 3.5 cms. X 4.5 cms, a color (reciente)
- Certificación de Partida de Nacimiento original y reciente (3 meses)
 - * Para el caso de que el aspirante fuere extranjero deberá presentar, Carnet de residente, con autorización vigente para realizar estudios (en original y copia) y certificación de partida de nacimiento reciente (3 meses) debidamente autenticado.
- Documento Único de Identidad – DUI y Número de Identificación Tributaria – NIT, (original y fotocopia de ambas partes del documento a un solo frente, ampliada al 150%.); Se solicitará el original para confrontarlos en caso de ser necesario.

- Título de Bachiller o su equivalente obtenido en el extranjero debidamente incorporado al Sistema de Educación Nacional, por el Ministerio de Educación.
- Título Universitario en Grado Académico de Arquitecto o Ingeniero (a) Civil, autenticado por la Universidad de El Salvador y el Ministerio de Educación (MINED).
- Certificación de Notas Globales del Grado Académico Universitario, debidamente autenticadas por la Universidad de procedencia y registrado en el Ministerio de Educación (MINED).
- En la Certificación de Notas Globales debe constar la nota mínima de 7.0 debidamente autenticadas por la Universidad de procedencia y registrada en el Ministerio de Educación (MINED)
- Certificado de Salud de la Universidad de El Salvador
- **Art. 21** del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador (UES), **Aplica únicamente para los estudiantes de la UES.**

Art. 21 RGSUES. En el caso de los egresados de la UES, que se encuentren en espera del acto académico de graduación, deben presentar una constancia expedida por la Administración Académica de la Facultad respectiva, en la que conste tal calidad.

c) Extranjeros Graduados en el País de Origen

- Pago de Arancel en concepto de Nuevo Ingreso
- Formulario de Solicitud de Ingreso Académico a Programas de Posgrado de la Universidad de El Salvador, para realizar los procesos académicos-administrativos dentro de los plazos establecidos en el calendario académico.
- Una fotografía tamaño 3.5 cms. X 4.5 cms, a color (reciente)
- Certificación de Partida de Nacimiento original y reciente (3 meses),
- Documento de Identidad del país de origen y Número de Identificación Tributaria – NIT, (original y fotocopia Documento Único de Identidad - DUI, (original y fotocopia un solo frente, ampliada al 150%.); Se solicitará el original para confrontarlos en caso de ser necesario.
- Presentará pasaporte o carné de residente temporal o permanente, y permiso de estudio respectivo vigente.
- Título de Bachiller o su equivalente obtenido en el extranjero debidamente incorporado al Sistema de Educación Nacional, por el Ministerio de Educación.

- Título Universitario en Grado Académico de Arquitecto (a) o Ingeniero (a) Civil, autenticado por la Universidad de procedencia, debidamente Incorporado, Registrado y Autenticado por el Ministerio de Educación (MINED).
- Certificación de Notas Globales del Grado Académico Universitario, debidamente autenticadas por la Universidad de procedencia, debidamente Incorporado, Registrado y Autenticado por el Ministerio de Educación (MINED).
 - * En la Certificación de Notas Globales debe constar la nota mínima de 7.0 debidamente autenticadas por la Universidad de procedencia y registrado en el Ministerio de Educación (MINED)
- Certificado de Salud de la Universidad de El Salvador

d) Requisitos Especiales

- Aprobar las siguientes evaluaciones de admisión: resultados de los análisis de la documentación requerida (curriculum vitae, atestado de estudios de pregrado, documentos de identidad y otros documentos solicitados de interés académico y administrativo), resultados de los análisis de dos referencias personales solicitadas por los medios que la Escuela de Posgrado establezca como tal y entrevista personal.
- Tener disponibilidad de dedicar tiempo al programa de maestría en la medida de los requerimientos de éste. Se sugiere un mínimo de 10 a 15 horas a la semana.
- Dos referencias, en español o en inglés, en formularios proporcionados por la Escuela de Posgrado de la Facultad.
- Una carta de exposición de motivos para la realización del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, especificando la orientación de su posible proyecto de investigación, según formulario proporcionado por la Escuela de Posgrado, en algún caso fuese solicitado.
- Certificación de conocimiento del idioma inglés al nivel de lectura comprensiva como lengua extranjera expedida por una institución de reconocido prestigio o declaración jurada del conocimiento, según formulario proporcionado por la Escuela de Posgrado (No obligatorio).
- Certificación del idioma español (para candidatos cuya lengua materna no es el español)
- Currículum Vitae actualizado.

e) Indicaciones Especiales para la Presentación de Documentos

- Cuando la documentación estuviese escrita en idioma distinto al Castellano, el (la) aspirante, deberá presentar una traducción hecha por un perito intérprete autenticada ante notario, según lo establecido en el Artículo 261 inciso tercero del Código de Procedimientos Civiles.
- Si al verificar la documentación presentada por el (la) aspirante, hubiese alguna incongruencia en el uso de los nombres y apellidos, deberá presentar el instrumento o documento que aclare dicha situación.
- Para que hagan fe, de los documentos expedidos en el extranjero: el instrumento de la firma del funcionario por la misión Diplomática, Cónsul de la Embajada de El Salvador, con sede en ese país, debe estar autenticado; así mismo, deberá realizar trámite de legalización ante el Ministerio de Relaciones Exteriores de nuestro país.

Procedimiento de Selección

1. Mediante el lanzamiento de la maestría, se realizará una convocatoria para la solicitud de la carpeta informativa por los medios que la escuela estime convenientes. Toda la información referente a fechas de pagos y actividades serán comunicadas al mismo tiempo que sea presentada la convocatoria.
2. Finalizado el período de recepción de los documentos a presentar por el aspirante, se procederá a la selección con la siguiente modalidad.
 - * La primera Fase para la selección consiste en la evaluación de su currículum vitae, notas de pregrado, carta de intención y cartas de recomendación, esto constituirá el 60 % de su nota total.
 - * La segunda Fase consiste en una entrevista personal con la Comisión de Selección en donde se evaluará la vocación del aspirante para entrar a la Maestría. Dicha fase constituirá el restante 40% de la nota total.
3. Una vez terminadas las dos fases de evaluación, la Comisión de Selección escogerá entre los aspirantes, aquellos que serán admitidos como estudiantes en la Maestría.

Procedimiento de ingreso/reingreso a la Universidad de El Salvador.

1. Una vez seleccionado, el aspirante a la maestría deberá realizar el proceso de ingreso académico en el caso de graduado de otras universidades y reingreso los profesionales graduados de la Universidad de El Salvador ante las instancias correspondientes, el cual se autogestionará a través de la dirección web <https://www.eel.ues.edu.sv>, de acuerdo con el procedimiento proporcionado oportunamente por la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; tomar en cuenta que el proceso al que se hace referencia tiene un costo asociado ya establecido en los aranceles por la Universidad de El Salvador.
2. Posteriormente los alumnos podrán realizar el proceso de inscripción de asignaturas en conjunto con el Gestor (a) académico de la Escuela de Posgrado, de acuerdo con el cumplimiento de requisitos académicos y financieros previstos para tal efecto.

Requisitos de Reingreso.

El estudiante que por diferentes motivos se vea obligado a retirarse de la maestría podrá optar a reingresar al mismo, cumpliendo los requisitos establecidos en el Artículo 54 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador.

Requisitos de Reserva y Retiro.

El proceso de reserva de matrícula y retiro de asignaturas se hará de acuerdo a lo establecido en el Artículo 60 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador.

Requisitos de Egreso

Según el presente plan de estudio la condición de estudiante egresado se logra cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- Haber cursado y aprobado todas las asignaturas del plan de estudios respectivo.
- Haber realizado un servicio social de conformidad a las regulaciones reglamentarias específicas.
- Entre otro que se establecen en la normativa UES.

Documentos de Graduación

El estudiante que cumpla con los requisitos de graduación deberá presentar a la Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura la siguiente documentación para el trámite de otorgamiento del grado correspondiente, según Art. 50 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador:

- a. Solicitud de apertura de expediente de graduación.
- b. Certificación de partida de nacimiento en original, reciente a la apertura del expediente, en el caso de los extranjeros debe poseer las respectivas auténticas y traducción al castellano si estuviere en otro idioma.
- c. Solvencia unica

Además, deberá entregar 1 copia de la tesis impresa y 3 copias de tesis en digital en CD, elaboradas de acuerdo a las Normas de Presentación de Tesis de Grado de la Escuela de Posgrado de la Facultad, de acuerdo al Art. 49 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador.

Perfil del Profesional que se Pretende Formar

Los egresados de la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, estarán capacitados para enfrentar los retos del sector de la construcción a través del dominio de herramientas tecnológicas y el desarrollo de habilidades de gestión, el programa les proporcionará una formación integral que les permitirá desempeñarse en áreas clave del sector, contribuyendo al desarrollo tecnológico y a la innovación en el ámbito constructivo.

Áreas de Formación

Los egresados de la maestría adquirirán una combinación de competencias técnicas y habilidades blandas que les permitirán liderar proyectos de construcción con un enfoque innovador y colaborativo. A continuación, se detallan las principales competencias:

Competencias Técnicas:

- **Dominio de Herramientas BIM:** Los graduados dominarán software especializado en modelado y gestión de proyectos BIM, como Revit, ArchiCAD y Navisworks, entre otros, serán capaces de utilizar estas herramientas para el modelado tridimensional, la gestión de datos y la coordinación de proyectos.
- **Gestión de Proyectos BIM:** Los egresados podrán gestionar proyectos complejos utilizando la metodología BIM, desde la fase de diseño hasta la construcción y mantenimiento, coordinando de manera efectiva los recursos, tiempos y costos.
- **Análisis y Simulación en BIM:** Serán capaces de realizar simulaciones constructivas y análisis de sostenibilidad y eficiencia energética a través del uso de BIM, optimizando los recursos del proyecto y promoviendo construcciones más sostenibles.
- **Integración de Equipos Multidisciplinarios:** Los graduados estarán capacitados para coordinar y liderar equipos multidisciplinarios, facilitando la colaboración entre arquitectos, ingenieros civiles, diseñadores y otros actores involucrados en los proyectos de construcción.
- **Aplicación de Normativas y Legislación BIM:** Conocerán y aplicarán las normativas y estándares internacionales y locales relacionados con la implementación de BIM en proyectos constructivos, asegurando el cumplimiento legal y técnico de los proyectos.

Habilidades Blandas:

- **Liderazgo y Gestión de Equipos:** Los egresados adquirirán habilidades de liderazgo que les permitirán dirigir equipos de trabajo multidisciplinarios, tomando decisiones estratégicas y gestionando eficientemente los recursos humanos y tecnológicos.
- **Capacidad de Comunicación Efectiva:** Serán capaces de comunicarse de manera clara y efectiva con todas las partes involucradas en el proyecto, facilitando el flujo de información y garantizando la colaboración entre equipos.

- **Pensamiento Crítico y Resolución de Problemas:** Los estudiantes desarrollarán un pensamiento crítico orientado a la resolución de problemas complejos que surjan durante el desarrollo de proyectos, utilizando BIM como herramienta para identificar y mitigar riesgos.

Áreas de Desempeño

Los egresados de la maestría estarán preparados para desempeñarse en una amplia gama de áreas dentro del sector de la construcción, la arquitectura y la ingeniería. Algunas de las principales áreas laborales son:

- **Empresas Constructoras:** Los egresados podrán trabajar como gerentes de proyectos, coordinadores BIM o especialistas en tecnología BIM dentro de empresas constructoras, donde liderarán proyectos complejos y mejorarán la eficiencia y la sostenibilidad de las construcciones.
- **Estudios de Arquitectura e Ingeniería:** Podrán desempeñarse como coordinadores BIM, diseñadores BIM o gestores de equipos multidisciplinarios en estudios de arquitectura e ingeniería, donde aplicarán el modelado y la gestión de datos para proyectos de infraestructura.
- **Consultoras de Gestión de Proyectos:** Los graduados estarán capacitados para ofrecer consultorías especializadas en la implementación de BIM, asesorando a empresas en la adopción y optimización de esta metodología para mejorar la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos constructivos.
- **Entidades Públicas y Gubernamentales:** Podrán colaborar con organismos públicos encargados de la planificación urbana, la gestión de infraestructuras y la licitación de proyectos, ayudando a implementar BIM en proyectos a nivel nacional y regional.
- **Empresas de Desarrollo Inmobiliario:** Los egresados podrán trabajar en empresas de desarrollo inmobiliario como gerentes de proyectos BIM, donde utilizarán estas tecnologías para optimizar las fases de diseño, planificación, construcción y mantenimiento de infraestructuras y edificios.

- **Instituciones Académicas y de Investigación:** Los graduados podrán desempeñarse como investigadores o docentes en instituciones académicas, contribuyendo al desarrollo de nuevos conocimientos en el uso de BIM y capacitando a nuevas generaciones de profesionales en esta tecnología.

Contribuciones al Desarrollo del Sector

Los egresados de la maestría estarán en una posición privilegiada para contribuir al desarrollo tecnológico y económico del sector de la construcción, tanto a nivel nacional como internacional.

Algunas de las principales contribuciones incluyen:

- **Innovación en los Procesos Constructivos:** Los egresados impulsarán la adopción de tecnologías BIM en sus respectivas organizaciones, mejorando la calidad y la eficiencia de los procesos constructivos. Esto permitirá a las empresas reducir tiempos y costos, mejorando su competitividad en el mercado.
- **Sostenibilidad y Eficiencia Energética:** Los profesionales formados en BIM estarán capacitados para integrar criterios de sostenibilidad en sus proyectos, promoviendo construcciones más respetuosas con el medio ambiente, optimizando el uso de recursos y minimizando el impacto ambiental.
- **Transformación Digital del Sector:** Los egresados serán actores clave en la transformación digital del sector de la construcción, liderando la transición hacia la digitalización y la automatización de procesos mediante el uso de tecnologías avanzadas como BIM.
- **Aumento de la Competitividad Nacional:** La formación de profesionales especializados en BIM contribuirá a mejorar la competitividad del sector de la construcción en El Salvador, posicionándolo a nivel regional e internacional como un referente en la adopción de nuevas tecnologías y metodologías constructivas.

vi. Perfil de Ingreso

El perfil de ingreso de los aspirantes a la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, contempla una serie de características y conocimientos previos necesarios para asegurar que los estudiantes cuenten con una base sólida en temas relacionados con la

construcción y las tecnologías digitales, permitiéndoles aprovechar al máximo los contenidos del programa. A continuación, se detallan los principales requisitos:

Titulación Previa

- **Grado Académico:** Los aspirantes deberán contar con un título de grado universitario en áreas afines a la construcción y el diseño, tales como:
 - Arquitectura
 - Ingeniería Civil
 - Carreras afines
- **Justificación:** El Sistema BIM requiere un conocimiento previo en áreas relacionadas con el diseño arquitectónico, la planificación y la ejecución de proyectos de construcción, por ello, es fundamental que los candidatos cuenten con una formación universitaria de base en estas disciplinas.

1. Experiencia Profesional (Preferible)

- **Experiencia Laboral:** Si bien no es un requisito obligatorio en todos los casos, se recomienda que los aspirantes tengan al menos 1-2 años de experiencia profesional en el sector de la construcción, arquitectura o ingeniería.
- **Justificación:** La experiencia laboral en el campo permite a los estudiantes relacionar de manera más efectiva los contenidos teóricos con situaciones reales de la industria. La experiencia previa facilitará el entendimiento y la aplicación de la metodología BIM en proyectos constructivos.

3. Conocimientos Técnicos

- **Conocimientos de Software de Diseño:** Los aspirantes deben tener un manejo básico de software de diseño asistido por computadora (CAD) y otras herramientas relacionadas, como:
 - AutoCAD
 - SketchUp
 - ArchiCAD (preferible)
 - Revit (preferible)

- **Justificación:** Los programas BIM requieren un nivel básico de familiaridad con herramientas de diseño, ya que muchas de las funciones de BIM se basan en la capacidad de modelar y gestionar datos dentro de un entorno digital. Contar con habilidades previas en software de diseño facilitará el aprendizaje de los sistemas BIM avanzados.
- **Equipo Informático:** Se requiere que los aspirantes cuenten con un equipo informático que cumpla con las especificaciones mínimas establecidas, el cual debe garantizar un desempeño óptimo en actividades como modelado tridimensional, simulaciones y colaboración en línea, debe tener las siguientes características:
 - Procesador CPU Intel Core i7/i9
 - Memoria RAM de 32 GB DDR4
 - Tarjeta gráfica (GPU), NVIDIA Quadro RTX 4000 o superior
 - Almacenamiento de disco duro 55D NVMe de 1 TB
 - Monitor de 27 pulgadas, resolución 4k
 - Sistema operativo Windows 10 Pro/ Windows 11 Pro
- **Justificación:** Dado que el programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, incluye el uso intensivo de herramientas tecnológicas avanzadas.

4. Habilidades Técnicas Relacionadas

- **Conocimientos Básicos en Construcción y Proyectos:** Se espera que los candidatos tengan conocimientos fundamentales sobre procesos constructivos, fases de proyectos y la gestión de obras.
- **Justificación:** El manejo de BIM implica no solo modelado, sino también la capacidad de gestionar y coordinar todas las etapas de un proyecto de construcción. Tener un conocimiento de las etapas constructivas y las dinámicas de proyectos será esencial para comprender la aplicación del BIM en cada fase.

5. Habilidades de Colaboración y Trabajo en Equipo

- **Capacidad de Trabajo Multidisciplinario:** Los aspirantes deben estar preparados para colaborar con profesionales de diferentes disciplinas dentro de un proyecto de construcción, como ingenieros estructurales, diseñadores, urbanistas, entre otros.
- **Justificación:** BIM fomenta un enfoque colaborativo, donde la coordinación entre distintos profesionales es esencial. Tener la capacidad de trabajar en equipo es una habilidad fundamental para aprovechar al máximo las herramientas BIM.

6. Nivel de Inglés (Preferible)

- **Competencia en Inglés Técnico:** Aunque no es un requisito obligatorio, es recomendable que los aspirantes tengan un nivel intermedio de inglés, dado que gran parte de la documentación técnica, manuales y software de BIM se encuentra en este idioma.
- **Justificación:** El acceso a información técnica en inglés permitirá a los estudiantes mantenerse actualizados con las últimas tendencias y avances en BIM, además de utilizar manuales y recursos que puedan no estar disponibles en español.

vii. Perfil del Profesional Formador

Perfil del Cuerpo Docente

El cuerpo docente del programa de maestría estará compuesto por profesionales con grado de maestro o Doctor, altamente capacitados, con experiencia tanto en el ámbito académico como en la industria de la construcción y el uso de BIM. Los profesores y tutores no solo impartirán clases teóricas, sino que también guiarán a los estudiantes en proyectos prácticos y de investigación.

- **Especialistas en BIM**

Los docentes tendrán certificaciones y experiencia en el manejo de software BIM, como **Revit, ArchiCAD, Navisworks** y otras herramientas relevantes para el diseño y la gestión de proyectos constructivos, muchos de ellos serán profesionales activos en el sector de la

construcción, con experiencia en la implementación de proyectos BIM en obras de gran envergadura.

- **Expertos en Gestión de Proyectos**

Algunos docentes estarán especializados en la gestión de proyectos de construcción, planificación y control de costos, y la gestión del ciclo de vida de los proyectos a través de BIM (BIM 4D y 5D).

- **Docentes Investigadores**

Se contará con profesores con experiencia en investigación aplicada en el campo de la construcción y el uso de tecnología BIM, estos docentes guiarán a los estudiantes en sus trabajos de investigación, asegurando la rigurosidad académica y metodológica.

- **Colaboración Internacional**

Se buscará contar con docentes invitados y conferencistas internacionales que aporten una visión global sobre las últimas tendencias en BIM, su aplicación en diferentes contextos y el impacto de las tecnologías emergentes en el sector de la construcción.

viii. Organización del Plan de Estudios

El plan de estudios de la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM está diseñado para ofrecer una formación integral que combine fundamentos teóricos, habilidades técnicas avanzadas y aplicaciones prácticas. Su estructura permite que los estudiantes desarrollen competencias en todas las dimensiones de BIM, desde el diseño y la gestión de proyectos hasta la sostenibilidad y la innovación tecnológica.

Ciclo I / Primer Año						
Código	Asignatura	Pre-Requisito	H.T.	H.P.	H.T.	U.V.
MBIM001	Introducción al BIM	Grado Académico, (G.A.), (*)	40	40	80	4
MBIM002	Modelado de Información para la Construcción	Grado Académico, (G.A.), (*)	40	40	80	4
MBIM003	Gestión de Datos y Documentación en BIM	Grado Académico, (G.A.), (*)	40	40	80	4
MBIM004	Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM	Grado Académico, (G.A.), (*)	40	40	80	4
Ciclo II / Primer Año						
MBIM005	Gestión de Proyectos BIM	Haber aprobado todas las asignaturas del ciclo anterior, (**)	40	40	80	4
MBIM006	Diseño Sostenible y BIM	MBIM001, MBIM002	40	40	80	4
MBIM007	Análisis Estructural y MEP (Mecánico, Eléctrico y de Plomería) con BIM	MBIM004	50	50	100	5
MBIM008	Visualización y Presentación de Proyectos BIM	MBIM001, MBIM002	40	40	80	4
Ciclo III / Segundo Año						
MBIM009	Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto	MBIM001, MBIM002, MBIM003	40	40	80	4
MBIM010	Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM	Haber aprobado todas las asignaturas del ciclo anterior, (**)	40	40	80	4
MBIM011	Simulación y Análisis de Construcción con BIM	MBIM008	50	50	100	5
MBIM012	Legislación y Normativa en BIM	MBIM001, MBIM002	40	40	80	4
Ciclo IV / Segundo Año						
Código	Asignatura	Pre-Requisito	H.T.	H.P.	H.T.	U.V.
MBIM013	Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción	MBIM012	40	40	80	4
MBIM014	Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM	MBIM005, MBIM009	40	40	80	4
MBIM015	Gestión de Información y Colaboración en BIM	MBIM014	35	25	60	3
MBIM016	Seminario de Tesis	MBIM015	35	25	60	3
Ciclo V / Calidad de Egresado Tesis						

* Excepción: Lo regulado en el artículo 21 RGSEPOSGRADO

REFERENCIAS:

HT: Horas Teóricas

HP: Horas Prácticas

HT: Horas Totales

U.V.: Unidades Valorativas

El programa se organiza en 4 semestres distribuidos a lo largo de 2 años, con una carga académica total de 64 Unidades Valorativas (U.V.). Cada semestre incluye asignaturas que integran conocimientos básicos, especializados y aplicados, complementados por seminarios de investigación y un proyecto de tesis.

- El programa exige como proceso de graduación la presentación de una tesis como requisito previo a obtener el título de Maestro(a) en Tecnología de la Construcción Utilizando el Sistema BIM
- De manera general, las asignaturas se han distribuido según las áreas del conocimiento identificadas para la formación del profesional, se detallan en la siguiente tabla:

Área de Conocimiento	Asignaturas
Fundamentos del BIM	- Introducción al BIM - Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM
Modelado y Gestión de Datos	- Modelado de Información para la Construcción - Gestión de Datos y Documentación en BIM
Gestión de Proyectos y Ciclo de Vida	- Gestión de Proyectos BIM - Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto
Diseño Sostenible y Análisis	- Diseño Sostenible y BIM - Análisis Estructural y MEP (Mecánico Eléctrico e Hidráulico)
Simulación y Visualización	- Visualización y Presentación de Proyectos BIM - Simulación y Análisis de Construcción con BIM
Colaboración y Coordinación	- Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM - Gestión de Información y Colaboración en BIM
Innovación y Legislación	- Legislación y Normativa en BIM - Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción. - Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM
Investigación y Proyecto Final	- Seminario de Tesis

Fundamentos del BIM:

Esta área incluye asignaturas que brindan una introducción al uso del Building Information Modeling (BIM) y sus tecnologías. Las asignaturas como "Introducción al BIM" y "Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM" preparan a los estudiantes con conceptos básicos y herramientas tecnológicas clave para gestionar proyectos de construcción.

Modelado y Gestión de Datos:

Se enfoca en la creación y manejo de modelos digitales y la estructuración eficiente de información. Incluye asignaturas como "Modelado de Información para la Construcción" y "Gestión de Datos y Documentación en BIM", que desarrollan habilidades para la coordinación y organización de datos en entornos colaborativos.

Gestión de Proyectos y Ciclo de Vida:

Cubre la planificación, ejecución y supervisión de proyectos en todas las etapas de su ciclo de vida, desde el diseño hasta el mantenimiento. Las asignaturas como "Gestión de Proyectos BIM" e "Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto" capacitan a los estudiantes en la gestión estratégica de proyectos complejos.

Diseño Sostenible y Análisis:

Aborda la integración de principios de sostenibilidad en el diseño y construcción utilizando BIM. Incluye asignaturas como "Diseño Sostenible y BIM" y "Análisis Estructural y MEP", que analizan la eficiencia energética y la coordinación de sistemas estructurales y MEP (Mecánicos, Eléctricos e Hidráulicos).

Simulación y Visualización:

Esta área está orientada a la simulación de procesos constructivos y la visualización avanzada de proyectos BIM. Con asignaturas como "Visualización y Presentación de Proyectos BIM" y "Simulación y Análisis de Construcción con BIM", los estudiantes adquieren competencias en renderización, animación y simulaciones 4D/5D.

Colaboración y Coordinación:

Enfatiza la colaboración interdisciplinaria y la gestión de equipos en proyectos BIM. Las asignaturas "Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM" y "Gestión de Información y Colaboración en BIM" introducen a los estudiantes en el uso del Entorno Común de Datos (CDE) y técnicas de resolución de conflictos en entornos colaborativos.

Innovación y Legislación:

Examina los aspectos legales, normativos y de innovación en BIM. Las asignaturas como "Legislación y Normativa BIM", "Gestión del Cambio y Transformación Digital", e "Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM" capacitan a los estudiantes en estándares internacionales y las implicaciones legales del uso de BIM.

Investigación y Proyecto Final:

Enfocado en la aplicación práctica y la investigación, esta área incluye seminario de tesis, donde los estudiantes trabajan en proyectos de investigación para aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar soluciones innovadoras en el ámbito de BIM.

Estas áreas del conocimiento garantizan un enfoque integral y especializado en los distintos aspectos del Building Information Modeling, preparando a los maestrandos para liderar proyectos de construcción modernos con enfoque sostenible, colaborativo e innovador.

Particularidades del Plan de Estudio

- El idioma a ser usado en el plan de estudio es el español y/o traducido al inglés
- El número mínimo de estudiantes a admitir será definido en cada edición del programa de maestría.

ix. Del Servicio Social

Según el Reglamento General de Proyección Social de la Universidad de El Salvador en el Capítulo IV y su artículo 31, se entiende por servicio social la actividad retributiva, obligatoria y prioritariamente de carácter gratuito, que realiza todo estudiante de la UES en beneficio de la sociedad, previo a obtener el Título académico de pregrado o posgrado.

Son requisitos para iniciar el servicio social los siguientes:

- Haber cursado como mínimo el 60% de unidades valorativas de la carrera.
- Haberse inscrito en la Sub Unidad de Proyección Social correspondiente.

Se requerirá un número mínimo de 200 horas las cuales pueden ser desarrolladas en el campo académico, de investigación o de servicio a la comunidad, según se establece en el artículo 34 del Reglamento de Proyección Social de la Universidad de El Salvador.

x. De la Tesis (Trabajo de Grado)

- Para finalizar el programa de maestría los maestrantes deberán desarrollar, defender y publicar un trabajo de graduación con enfoque de investigación científica o investigación aplicada en cualquier área que requiera de manera integral o parcial con las competencias adquiridas en el área de aplicación del sistema BIM.
- Los trabajos a realizar deberán ser enfocados a áreas específicas de interés de los maestrantes, en particular, definidas por su especialidad y/o interés profesional justificado, siempre y cuando se enmarquen en las áreas temáticas del Plan de Estudio de la maestría.
- El tiempo para desarrollar la investigación de la tesis del plan de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, es de acuerdo al Art. 46 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador el cual establece que será de 6 meses como tiempo mínimo y de 3 años como tiempo máximo a partir de la fecha de inscripción de la misma.
- La tesis de maestría debe ser presentada y defendida por el estudiante mediante un examen de grado ante un Tribunal Evaluador.
- El Tribunal Evaluador calificará la tesis con escala de cero punto cero (0.0) a diez punto cero (10.0), considerando tres aspectos en el proceso de evaluación:
 - a. El contenido del documento final.
 - b. La presentación del resultado de la investigación y
 - c. El profesionalismo manifestado al dar las respuestas a las preguntas del Tribunal Evaluador.

El estudiante deberá presentar una copia impresa y 2 copias en digital en CD del documento de la tesis a la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Adicionalmente deberá cargar un archivo de su tesis al repositorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador, de acuerdo con las directrices brindadas por dicha unidad.

xi. Sistema de Evaluación

- a) Para asignar calificaciones a las evaluaciones de las diferentes asignaturas se utilizará la escala numérica de cero punto cero (0.0) a diez punto cero (10.0).
- b) La nota mínima para dar por aprobada una asignatura para el plan de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM será de 7.0 (siete punto cero).
- c) La ponderación de las evaluaciones será la especificada en el programa de cada asignatura.
- d) Este plan de estudio de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM contemplará exámenes de suficiencia para aquellas asignaturas que tengan una nota final mayor o igual a 6.0 (seis punto cero) y menor a 7.0 (siete punto cero).
- e) Es obligatoria una asistencia mínima de un 80% a las actividades académicas de las asignaturas. El maestrante que no cumpla con el porcentaje de asistencia mínimo perderá su derecho a las evaluaciones.

xii. Requisitos de Egreso

Según el presente plan de estudio la condición de estudiante egresado se logra cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- Haber cursado y aprobado todas las asignaturas del plan de estudios respectivo.
- Haber realizado un servicio social de conformidad a las regulaciones reglamentarias específicas.
- Entre otro que se establecen en la normativa UES.

xiii. Requisitos de Graduación

Los alumnos del plan de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM deberán cumplir los siguientes requisitos a fin de estar aptos para recibir de parte de la Universidad de El Salvador el grado académico correspondiente a Maestro (a) en Tecnología de la Construcción Utilizando el Sistema BIM.


1. Aprobar las 16 asignaturas establecidas en el plan de estudio;
2. Elaborar, aprobar y publicar una tesis de maestría;
3. Poseer un Coeficiente de Unidades de Mérito (CUM) mínimo de 7.0 (siete) y

4. Haber cumplido con las 200 horas sociales, según normas del servicio social de acuerdo al Reglamento General de Proyección Social de la Universidad de El Salvador.
5. Cubrir los derechos de cuotas respectivas.
6. Cualquier otro requisito establecido por el Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad y el Reglamento de la Gestión Académico-Administrativa de la Universidad de El Salvador en lo que compete.

xiv. Plazo de Actualización del Plan de Estudios

El programa de maestría tendrá una duración de 2 años académicos, será actualizado después de cada cohorte o en caso especial cuando así lo requieran las autoridades de la Facultad.

xv. Malla Curricular

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR			<table border="1"> <tr> <td>Número Correlativo</td> <td>Código</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Nombre del Seminario</td> </tr> <tr> <td>Unidades Valorativas</td> <td>Prerrequisito</td> </tr> </table>	Número Correlativo	Código	Nombre del Seminario		Unidades Valorativas	Prerrequisito
Número Correlativo	Código								
Nombre del Seminario									
Unidades Valorativas	Prerrequisito								
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	Plan de Estudio: 2025	Modalidad de Entrega: Semipresencial							
Carrera: Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM.	Código: M10509	Nota Mínima de Aprobación: 7.0							
Total, de Asignaturas: 16	Total U.V.: 64	C.U.M. Mínimo Exigible: 7.0							
Título a Otorgar: Maestro (a) en Tecnología de la Construcción Utilizando el Sistema BIM.	Duración de la Carrera: 4 ciclos / 2 Años Más 6 meses de Trabajo de Graduación	Total, Horas Sociales: 200 Horas							

-CUM: Coeficiente de Unidades de Mérito.
 - Grado Académico: (G.A).
 - (*) Excepción: Lo regulado en el artículo 21 RGSEPOSGRADO
 - (**) Haber aprobado todas las asignaturas del ciclo anterior.

Primer Año		Segundo Año	
Ciclo I		Ciclo II	
1	MBIM001	5	MBIM005
Introducción al BIM		Gestión de Proyectos BIM	
4	(G.A.), (*)	4	(**)
2	MBIM002	6	MBIM006
Modelado de Información para la Construcción		Diseño Sostenible y BIM	
4	(G.A.), (*)	4	1,2
3	MBIM003	7	MBIM007
Gestión de Datos y Documentación en BIM		Análisis Estructural y MEP	
4	(G.A.), (*)	5	4
4	MBIM004	8	MBIM008
Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM		Visualización y Presentación de Proyectos BIM	
4	(G.A.), (*)	4	1,2
Ciclo III		Ciclo IV	
9	MBIM009	13	MBIM013
Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto		Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción	
4	1,2,3	4	12
10	MBIM010	14	MBIM014
Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM		Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM	
4	(**)	4	5,9
11	MBIM011	15	MBIM015
Simulación y Análisis de Construcción con BIM		Gestión de Información y Colaboración en BIM	
5	8	3	14
12	MBIM012	16	MBIM016
Legislación y Normativa BIM		Seminario de Tesis	
4	1,2	3	15

xvi. Syllabus de cada Asignatura

Carrera: Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM

Plan de Estudio: Año 2025

Modalidad de entrega: Semipresencial

Duración de la Carrera:

- 4 ciclos/ 2 Años académicos
- Más el proceso tesis (Proceso de Grado)

Total, de asignaturas: 16 (dieciséis)

Total, de Unidades Valorativas: 64 U.V.

Total, de Horas de Servicio Social: 200 Horas

N° Correlativo	ASIGNATURA	SYLLABUS
Ciclo I / Primer Año		
1	Introducción al BIM, (MBIM001) (4 U.V.)	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Fundamentos de BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción al BIM. - Beneficios y aplicaciones de BIM. <p>Unidad 2: Herramientas y tecnologías BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Software BIM: Revit, AutoCAD, Navisworks. - Interoperabilidad y estándares. <p>Unidad 3: Aplicación del BIM en proyectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelado de proyectos reales. - Gestión de la información y datos en BIM. <p>Unidad 4: Colaboración y gestión de proyectos con BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en equipo y comunicación. - Casos de estudio y mejores prácticas. <p>Prerrequisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado académico universitario (G.A) - (*) Excepción: lo regulado en el artículo 21 RGSE – Posgrado.
2	Modelado de Información para la Construcción, (MBIM002), (4 U.V.)	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Fundamentos avanzados de modelado BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas avanzadas de modelado. - Creación de familias y objetos BIM personalizados. <p>Unidad 2: Modelado BIM para arquitectura y estructuras.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelado arquitectónico detallado. - Modelado estructural y análisis de elementos. <p>Unidad 3: Modelado BIM para instalaciones MEP.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño y Modelado de sistemas MEP.

		<ul style="list-style-type: none"> - Integración de Sistemas MEP con Modelos Arquitectónicos y Estructurales. <p>Unidad 4: Coordinación de gestión de proyectos con BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de Modelos y Detección de Interferencias. - Prácticas de gestión de proyectos BIM. <p>Prerrequisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado académico universitario (G.A) - (*) Excepción: lo regulado en el artículo 21 RGSE – Posgrado.
<p style="text-align: center;">3</p>	<p style="text-align: center;">Gestión de Datos y Documentación en BIM (MBIM003), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Introducción a la gestión de datos en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de gestión de datos en BIM. - Importancia de la documentación y flujos de trabajo eficientes. - Principios de organización y estandarización de la información. <p>Unidad 2: Estructuración de la información en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Organización de datos: Modelos, propiedades y metadatos. - Estrategias para gestionar la documentación técnica en proyectos BIM. - Gestión de versión de modelos y trazabilidad de los datos. <p>Unidad 3: Flujos de trabajo de información en proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepto de flujos de trabajo de información en entornos BIM. - Protocolos de intercambio de información (COBie, IFC). - Estandarización de los flujos de información en el entorno común de datos (CDE). - Casos prácticos de flujos de trabajo de información en proyectos reales.

		<p>Unidad 4: Uso de normativas y estándares internacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de normativas internacionales (ISO 19650, PAS 1192). - Estándares de intercambio de datos: IFC, BCF, COBie. - Protocolos para el control de calidad de la información. <p>Unidad 5: Automatización y mejora continua en la gestión de datos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas para la automatización de flujos de información en BIM. - Mejora continua en la gestión de información: control de calidad de datos y documentos. - Uso de tecnologías emergentes para optimizar la gestión de datos (IA, Machine Learning). <p>Prerrequisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado académico universitario (G.A) - (*) Excepción: lo regulado en el artículo 21 RGSE – Posgrado.
4	<p>Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM (MBIM004), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Fundamentos de TI en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visión general de las TI en BIM, - Software de modelado y diseño BIM <p>Unidad 2: Plataformas de colaboración en la nube y gestión de proyectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas colaborativas y gestión de datos en la nube, - Integración de sistemas y flujos de trabajo BIM. <p>Unidad 3: Tecnologías avanzadas aplicadas al BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realidad aumentada y virtual (AR/VR). - Inteligencia artificial (IA) y análisis de datos en BIM. <p>Unidad 4: Tendencias futuras en TI para BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Internet de las cosas (IoT) y su aplicación en BIM.

		<ul style="list-style-type: none"> - Innovaciones emergentes y su impacto en la industria de la construcción. <p>Prerrequisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grado académico universitario (G.A) - (*) Excepción: lo regulado en el artículo 21 RGSE – Posgrado.
Ciclo II / Primer Año		
5	Gestión de Proyectos BIM (MBIM005), (4 U.V.)	<p>Está estructurada en 5 unidades:</p> <p>Unidad 1: Introducción a la gestión de proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conceptos básicos de gestión de proyectos. - BIM aplicado a la gestión de proyectos de construcción. - Integración del ciclo de vida del proyecto mediante BIM. <p>Unidad 2: Planificación y control de proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de planificación en BIM: fases, hitos y actividades. - Estimación de tiempos y recursos en proyectos con BIM. - Herramientas para el control de proyectos (Microsoft, Project, Primavera P6) y su integración con BIM. - Definición de procesos en el Entorno Común de Datos (CDE). <p>Unidad 3: Herramientas de gestión y control.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación de flujos de trabajo estandarizados en la gestión de la documentación y la información del proyecto. - Uso del Entorno Común de Datos (CDE) para la gestión y coordinación de la información. - Control de versión y trazabilidad de cambios en el CDE. - Integración de informes y avances en tiempo real en el CDE. <p>Unidad 4: Gestión de costos y tiempos en proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presupuestos y cronogramas vinculados a modelos BIM.

		<ul style="list-style-type: none"> - Monitorización de costos en tiempo real utilizando el CDE. - Simulación de costos y análisis financiero mediante la integración de bases de datos de precios actualizados. - Toma de decisiones informada con análisis en tiempo real a partir de los modelos BIM. <p>Unidad 5: Supervisión y control de calidad en proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control de calidad mediante la coordinación interdisciplinaria en BIM. - Gestión de riesgos en proyectos BIM. - Uso de BIM 4D y BIM 5D para la supervisión y control de avances, tiempos y costos. <p>Prerrequisito: (**) Haber aprobado todas las asignaturas del ciclo anterior.</p>
6	<p>Diseño Sostenible y BIM (MBIM006), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Fundamentos de diseño sostenible en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principios de sostenibilidad aplicados al diseño. - BIM como Herramienta para el diseño sostenible. <p>Unidad 2: Análisis energético ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas BIM para el análisis energético. - Evaluación del impacto ambiental de materiales y construcción. <p>Unidad 3: Materiales y procesos constructivos sostenibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selección de materiales sostenibles con BIM. - Optimización de procesos constructivos para sostenibilidad. - <p>Unidad 4: Certificaciones de sostenibilidad para certificaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparación de documentación para certificaciones.

		<ul style="list-style-type: none"> - Casos de estudio de proyectos certificados con soporte BIM. <p>Prerrequisito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MBIM001 y MBIM002
7	<p>Análisis Estructural y MEP (Mecánico, Eléctrico y de Plomería) con BIM (MBIM007), (5 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Introducción a la coordinación de proyectos multidisciplinares con BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición y alcance de la coordinación multidisciplinaria. - Roles y responsabilidades en proyectos que incluyen arquitectura, estructuras y MEP. <p>Unidad 2: Análisis estructural en proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelado y análisis de elementos estructurales en BIM. - Integración de modelos estructurales con modelos arquitectónicos y MEP. - Ejemplos prácticos de análisis estructurales en proyectos reales. <p>Unidad 3: Diseño y coordinación de sistemas MEP en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelado de sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería en proyectos BIM. - Integración de modelos MEP con arquitectura y estructuras. - Detección y resolución de conflictos entre sistemas MEP y otros elementos constructivos. <p>Unidad 4: Colaboración entre equipos multidisciplinares.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategias de coordinación entre equipos de arquitectura, ingeniería estructural y MEP. - Uso de plataformas BIM para la colaboración y la comunicación entre disciplinas. - Ejemplos prácticos de integración de modelos y resolución de conflictos en proyectos multidisciplinares.

		<p>Unidad 5: Herramientas para la gestión y coordinación en proyectos multidisciplinares.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso de herramientas como Navisworks, Revit MEP y otras plataformas colaborativas para la gestión de modelos BIM. - Análisis y simulación de interferencias entre disciplinas. - Análisis de proyectos colaborativos en equipos multidisciplinares utilizando BIM. <p>Prerrequisito: MBIM004</p>
8	<p>Visualización y Presentación de Proyectos BIM (MBIM008), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Principios de visualización en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos de diseño gráfico y visualización. - Narrativa visual y comunicación de proyectos. <p>Unidad 2: Técnicas de renderizado y animación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Renderizado avanzado y técnicas de post-producción. - Creación de animaciones y recorridos virtuales. <p>Unidad 3: Realidad virtual y aumentada en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones de VR/AR para la presentación de proyectos. - Herramientas y plataformas para VR/AR. <p>Unidad 4: Preparación y entrega de presentaciones efectivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de presentaciones impactantes. - Comunicación efectiva y manejo de audiencias. <p>Prerrequisito: MBIM001 y MBIM002</p>

Ciclo III/ Segundo Año		
9	Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto. (MBIM009), (4 U.V.)	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: BIM y el ciclo de vida del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principios y beneficios de BIM en el ciclo de vida - Fases del ciclo de vida y su integración con BIM. <p>Unidad 2: Gestión de información y documentación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estandarización de datos y documentación en BIM. - Herramientas BIM para la gestión de la información. <p>Unidad 3: BIM para operación mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso de BIM en el mantenimiento predictivo y gestión de activos. - BIM en la operación de edificios. <p>Unidad 4: Estrategias de implementación de BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de un plan de implementación de BIM. - Casos de estudio y lecciones aprendidas. <p>Prerrequisito: MBIM001, MBIM002 y MBI003</p>
10	Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM (MBIM010), (4 U.V.)	<p>Está estructurada en 5 unidades:</p> <p>Unidad 1: Introducción a la colaboración en proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de la colaboración en BIM. - Importancia de la integración de disciplinas en la planificación y ejecución de proyectos. - Introducción a la gestión colaborativa de proyectos. <p>Unidad 2: Roles y responsabilidades en proyectos BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de roles: BIM Manager. - BIM Coordinador, BIM Modeler, entre otros. Responsabilidades específicas de cada rol.

		<ul style="list-style-type: none"> - Competencias necesarias para cada puesto y su impacto en la eficiencia del Proyecto. - Coordinación entre disciplinas. <p>Unidad 3: Gestión de equipos multidisciplinares en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de gestión de equipos y liderazgo en entornos colaborativos. - Coordinación y control de los procesos de diseño y construcción con herramientas BIM. - Resolución de conflictos y problemas de comunicación en equipos interdisciplinares. <p>Unidad 4: Uso del entorno común de datos (CDE).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción al CDE y su aplicación en la gestión de la información en proyectos BIM. - Flujos de trabajo en un CDE: Creación, gestión y distribución de información. - Protocolos de intercambio de datos y versiones de modelos. <p>Unidad 5: Estrategias para la mejora continua en la colaboración BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de la colaboración en proyectos reales. - Estrategias para la implementación de mejores prácticas en proyectos BIM. - Uso de métricas para medir la eficiencia y efectividad de la colaboración en proyectos. <p>Prerrequisito: (**) Haber aprobado todas las asignaturas del ciclo anterior</p>
11	<p>Simulación y Análisis de Construcción con BIM (MBIM011), (5 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 5 unidades:</p> <p>Unidad 1: Introducción a la simulación de proyectos de construcción con BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición y alcance de la simulación en construcción. - Beneficios de la simulación en la planificación y ejecución de proyectos. <p>Unidad 2: Simulación de procesos constructivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simulación 4D (tiempo) y 5D (costos) en BIM. - Integración de cronogramas y modelos BIM para la simulación en tiempo real.

		<ul style="list-style-type: none"> - Ejemplos prácticos de simulaciones constructivas en proyectos reales. <p>Unidad 3: Manipulación de costos en tiempo real.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conexión de modelos BIM a bases de datos de precios actualizados. - Integración de software de gestión de costos y bases de datos para la actualización automática de precios. - Métodos para la actualización y control de costos durante el diseño y la construcción. <p>Unidad 4: Análisis de escenarios de construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de escenarios: impacto en el costo y tiempo en diferentes fases de construcción. - Evaluación de opciones de diseño y construcción a través de simulaciones BIM. - Uso de software especializado para la simulación de múltiples escenarios. <p>Unidad 5: Optimización de recursos y gestión del presupuesto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategias para la optimización de recursos en proyectos de construcción. - Herramientas para el seguimiento y control de costos en tiempo real. - Análisis comparativo de costos y cronogramas para optimizar decisiones financieras. <p>Prerrequisito: MBIM008</p>
12	<p>Legislación y Normativa en BIM (MBIM12), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Fundamentos de legislación y Normativa BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción a las leyes y regulaciones que afectan el BIM. - Visión global de estándares BIM <p>Unidad 2: Estándares Internacionales de BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO 19650 y otros estándares relevantes. - Implementación de estándares y protocolos BIM.

		<p>Unidad 3: Implicaciones legales y contractuales de BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contratos BIM y cuestiones de propiedad intelectual. - Resolución de disputas y aspectos de responsabilidad en BIM. <p>Unidad 4: Estandarización y interoperabilidad en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de un marco de interoperabilidad. - Mejores prácticas para la estandarización en proyectos BIM. <p>Prerrequisito: MBIM001 y MBIM002</p>
<p>Ciclo IV/ Segundo Año</p>		
<p>13</p>	<p>Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción (MBIM013), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Fundamentos de la transformación digital.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principios de la digitalización en la construcción. - Impacto de BIM y otras tecnologías en el sector. <p>Unidad 2: Estrategias de gestión del cambio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelos y teorías de gestión del cambio. - Liderazgo y comunicación en procesos de cambio. <p>Unidad 3: Superación de barreras para la adopción tecnológica.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación de resistencias y barreras. - Estrategias para la capacitación y el desarrollo de habilidades. <p>Unidad 4: Creación de cultura organizacional innovadora.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fomento de una cultura de innovación. - Casos de estudio y mejores prácticas en la industria. <p>Prerrequisito: MBIM012</p>

<p>14</p>	<p>Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM (MBIM014), (4 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 4 unidades:</p> <p>Unidad 1: Inteligencia artificial y machine learning en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones de IA en diseño y construcción. - Machine Learning para análisis de datos de proyectos. <p>Unidad 2: Realidad aumentada y virtual en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación de AR/VR para visualización y diseño. - Uso de AR/VR en formación y mantenimiento. <p>Unidad 3: Internet de las cosas (IoT) y edificios inteligentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integración de IoT en la gestión de edificios. - Aplicaciones de IoT para la eficiencia energética y la sostenibilidad. <p>Unidad 4: Fabricación digital y construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnologías de fabricación aditiva en construcción. - Impacto de la Industria 4.0 en el sector de la construcción. <p>Prerrequisito: MBIM005, MBIM009</p>
<p>15</p>	<p>Gestión de Información y Colaboración en BIM (MBIM015), (3 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 5 unidades:</p> <p>Unidad 1: Introducción a la Gestión de información en BIM.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principios básicos de gestión de información - Impacto de la colaboración digital en proyectos constructivos <p>Unidad 2: Normativas Internacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO 19650: Fundamentos y aplicación - Estándares de building SMART International

		<p>Unidad 3: Uso de Herramientas Colaborativas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataformas como BIM 360, Navisworks y Aconex. - Configuración y gestión de un Entorno Común de Datos (CDE) <p>Unidad 4: Gestión de Conflictos y Coordinación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolución de conflictos técnicos - Estrategias para optimizar la comunicación interdisciplinaria <p>Unidad 5: Trazabilidad y Control de Versiones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Documentación, registro de cambios y coherencia en modelos BIM. - Técnicas avanzadas de gestión de información. <p>Prerrequisito: MBIM014.</p>
<p style="text-align: center;">16</p>	<p style="text-align: center;">Seminario de Tesis (MBIM015), (3 U.V.)</p>	<p>Está estructurada en 5 unidades:</p> <p>Unidad 1: Formulación del problema y objetivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planteamiento del problema y preguntas de investigación o hipótesis. - Definición de objetivos generales y específicos. <p>Unidad 2: Revisión teórica y metodología de investigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión bibliográfica siguiendo normas APA. - Selección de la metodología adecuada; cuantitativa, cualitativa o mixta. <p>Unidad 3: Desarrollo de marco teórico y justificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración del marco teórico y definición del estado del arte. - Relación entre la teoría, metodología y su aplicación en BIM. <p>Unidad 4: Cronograma y planificación del trabajo de graduación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición del cronograma, fases del Proyecto y puntos de control. - Presentación de hitos y plan de seguimiento.

		<p>Unidad 5: Exposición y defensa del perfil del trabajo de graduación.</p> <ul style="list-style-type: none">- Técnicas de presentación, uso de recursos visuales y normas de estilo APA para la defensa.- Simulación de defensa del Proyecto y evaluación preliminar. <p>Prerrequisito:</p> <ul style="list-style-type: none">- MBIM015
--	--	--

xvii. Programas de las Asignaturas

- Carrera de la Maestría en
- Plan de Estudio: Año 2025
- Modalidad de Entrega: Semipresencial
- Duración de la Carrera: 4 ciclos/2 Años
- Total, de Asignaturas: 16
- Total, de Unidades Valorativas: 64 U.V.
- Total, Horas Sociales: 200 horas

Se incluye el cálculo de créditos académicos, de acuerdo con estructura proporcionada por la Unidad de Desarrollo Curricular, con lo que se asegura que cada curso contribuya de manera equilibrada al logro de los objetivos del programa.

Forma de calcularlos

- Una unidad Valorativa equivale a 20 horas
- 1 hora equivale a 1.5 créditos académicos
- Para el caso de una asignatura de 4 unidades valorativas, equivale a 6 créditos académicos

Los créditos permiten establecer prerrequisitos claros entre cursos, facilitando la progresión lógica en el aprendizaje; facilitan la validación del esfuerzo académico requerido, garantizando la calidad del programa y su competitividad en el mercado educativo.

En conclusión, los créditos académicos se emplearon como herramienta para garantizar la consistencia, la calidad y el cumplimiento normativo del plan de estudios, permitiendo a los estudiantes lograr una formación integral en el manejo del Sistema BIM

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Introducción al BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	1
Código	MBIM001
Prerrequisito	- Grado Académico, (G.A.) (* Excepción: Lo regulado en el artículo 21 RGSE Posgrado UES.
Área de Formación	Fundamentos del BIM
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo I/Primer Año

II. Introducción

Introducción al BIM, es el punto de partida de la maestría, en esta asignatura se introduce a los maestrandos al Building Information Modeling (BIM), ofreciendo una comprensión fundamental de sus principios, tecnologías y aplicaciones. Se enfoca en la importancia del BIM en el ciclo de vida de la construcción, desde la concepción del diseño hasta la operación y mantenimiento del edificio. Los maestrandos aprenderán sobre la transformación que BIM representa para la industria de la construcción, promoviendo la eficiencia y colaboración entre todos los actores del proyecto.

III. Descripción General

La asignatura cubre los conceptos básicos de BIM, incluyendo la modelación de información de construcción, la interoperabilidad entre diferentes software y herramientas BIM, y la gestión de datos en un entorno colaborativo. Se explorarán casos de estudio reales para entender el impacto de BIM en proyectos de construcción, enfocándose en la mejora de la toma de decisiones, la reducción de costes y la eficiencia operativa.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al concluir exitosamente el programa, el maestrando tendrá las siguientes competencias:

1. Comprender los principios fundamentales y la importancia del BIM en la industria de la construcción.
2. Identificar las herramientas y tecnologías clave asociadas al BIM y su aplicación en diferentes fases del proyecto de construcción.
3. Aplicar conocimientos básicos de BIM en la planificación, diseño, ejecución y mantenimiento de proyectos de construcción.
4. Fomentar la colaboración y la comunicación efectiva entre los diferentes actores de un proyecto mediante el uso de BIM.

V. Metodología de Enseñanza

Se utilizarán clases teóricas apoyadas por recursos digitales y análisis de estudios de caso. Las sesiones prácticas incluirán ejercicios con software BIM y proyectos ex aula para aplicar los conocimientos adquiridos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto de diseño BIM	20
Ejercicios prácticos y casos de estudio	20
Presentación de proyecto final	20
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Fundamentos de BIM	1.1 Introducción al BIM 1.2 Beneficios y aplicaciones de BIM	10	10
2. Herramientas y tecnologías BIM	2.1 Software BIM: Revit, AutoCAD, Navisworks 2.2 Interoperabilidad y estándares	10	10
3. Aplicación del BIM en proyectos	3.1 Modelado de proyectos reales 3.2 Gestión de la Información y datos en BIM	10	10
4. Colaboración y gestión de proyectos con BIM	4.1 Trabajo en equipo y comunicación 4.2 Casos de estudio y mejores prácticas	10	10
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Wiley.
2. Kensek, K. (2014). *BIM for Beginners*. Routledge.
3. Autodesk. (2022). Recursos y tutoriales de software BIM. Recuperado de [Autodesk Official Website].
4. NBS. (2020). National BIM Library. Recuperado de [National BIM Library Official Website].

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Modelado de Información para la Construcción**

I. Generalidades

Número Correlativo	2
Código	MBIM002
Prerrequisito	- Grado Académico, (G.A.) (* Excepción: Lo regulado en el artículo 21 RGSE Posgrado UES.
Área de Formación	Modelado y Gestión de Datos
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo I/Primer Año

II. Introducción

Esta asignatura profundiza en el Modelado de Información para la Construcción (BIM), centrándose en el desarrollo de habilidades para el modelado digital de proyectos de construcción. Los maestrandos aprenderán a crear, utilizar y gestionar modelos BIM, comprendiendo su impacto en la planificación, diseño, construcción y operación de edificios.

III. Descripción General

La asignatura cubre técnicas avanzadas de modelado BIM, incluyendo la creación de modelos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones MEP (Mecánicas, Eléctricas y de Plomería). Se enfocará en la importancia de los modelos BIM para la coordinación de proyectos, la detección de interferencias, y la optimización de procesos constructivos y de mantenimiento

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de:

1. Demostrar habilidades avanzadas en la creación y gestión de modelos BIM.
2. Aplicar técnicas de modelado para resolver problemas complejos de diseño y construcción.
3. Coordinar efectivamente modelos multidisciplinarios para la detección de interferencias y la planificación de proyectos.
4. Integrar aspectos de sostenibilidad y eficiencia en los modelos BIM.

V. Metodología de Enseñanza

La enseñanza combinará clases teóricas con talleres prácticos. Se emplearán herramientas de software BIM líderes en la industria para el desarrollo de modelos y se analizarán estudios de caso reales. Los estudiantes participarán en proyectos grupales para fomentar el trabajo colaborativo y la resolución de problemas.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto de Modelado BIM	30
Presentación de casos de estudio	15
Participación en Talleres y Discusiones en clase	15
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Fundamentos avanzados de modelado BIM	1.1 Técnicas avanzadas de modelado 1.2 Creación de familias y objetos BIM personalizados	10	10
2. Modelado BIM para arquitectura y estructuras	2.1 Modelado arquitectónico detallado 2.2 Modelado estructural y análisis de elementos	10	10
3. Modelado BIM para instalaciones MEP	3.1 Diseño y modelado de sistemas MEP 3.2 Integración de sistemas MEP con modelos arquitectónicos y estructurales	10	10
4. Coordinación de y gestión de proyectos con BIM	4.1 Coordinación de modelos y detección de interferencias 4.2 Prácticas de gestión de proyectos BIM	10	10
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Wiley.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Gestión de Datos y Documentación en BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	3
Código	MBIM003
Prerrequisito	- Grado Académico, (G.A.) (* Excepción: Lo regulado en el artículo 21 RGSE Posgrado UES.
Área de Formación	Modelado y Gestión de Datos
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo I/Primer Año

II. Introducción

Esta asignatura se centra en la gestión eficaz de datos y documentación en proyectos BIM, un aspecto crucial para el éxito de cualquier iniciativa de construcción moderna. Abordará las estrategias, herramientas y técnicas necesarias para gestionar, almacenar, recuperar y compartir datos de manera eficiente dentro del entorno BIM.

III. Descripción General

Esta asignatura aborda las estrategias de gestión de la información en proyectos BIM, con un enfoque en la estandarización de flujos de trabajo para asegurar una gestión eficiente de los datos y la documentación a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Los estudiantes aprenderán a implementar protocolos claros de intercambio de información, gestionando correctamente los datos generados en un entorno BIM utilizando estándares internacionales y normativas aplicadas a la industria de la construcción.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Comprender la importancia de la gestión eficiente de los datos y la documentación en proyectos BIM.
2. Aplicar protocolos de intercambio y gestión de información basados en estándares internacionales.
3. Desarrollar habilidades para estructurar y gestionar la información en plataformas colaborativas.
4. Optimizar los flujos de trabajo de información, garantizando la coherencia y trazabilidad de los datos a lo largo del proyecto.

V. Metodología de Enseñanza

La asignatura combinará clases teóricas con talleres prácticos, donde los estudiantes trabajarán con herramientas BIM para gestionar flujos de información. Se realizarán ejercicios de simulación que permitan la aplicación de protocolos de intercambio de información y el uso de estándares internacionales. Además, los estudiantes participarán en la creación y gestión de bases de datos de proyectos BIM reales o simulados.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto Grupal	25
Análisis de casos	20
Participación y Ejercicios en Clase	15
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Introducción a la gestión de datos en BIM.	1.1 Definición de gestión de datos en BIM 1.2 Importancia de la documentación y flujos de trabajo eficientes 1.3 Principios de organización y estandarización de la información	8	8
2. Estructuración de la información en BIM	2.1 Organización de datos: Modelos, propiedades y metadatos 2.2 Estrategias para gestionar la documentación técnica en proyectos BIM 2.3 Gestión de versión de modelos y trazabilidad de los datos	8	8
3. Flujos de trabajo de información en proyectos BIM	3.1 Concepto de flujos de trabajo de información en entornos BIM 3.2 Protocolos de intercambio de información (COBie, IFC) 3.3 Estandarización de los flujos de información en el entorno común de datos (CDE) 3.4 Casos prácticos de flujos de trabajo de información en proyectos reales	8	8
4. Uso de normativas y estándares internacionales para la gestión de información	4.1 Aplicación de normativas internacionales (ISO 19650, PAS 1192) 4.2 Estándares de intercambio de datos: IFC, BCF, COBie 4.3 Protocolos para el control de calidad de la información	8	8
5. Automatización y mejora continua en la	5.1 Herramientas para la automatización de flujos de información en BIM	8	8

gestión de datos BIM	5.2 Mejora continua en la gestión de información: Control de calidad de datos y documentos 5.3 Uso de tecnologías emergentes para optimizar la gestión de datos (IA, Machine Learning)		
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. García, A. (2020). *Gestión de la Información en BIM: Normas y Protocolos Internacionales*. Editorial Ingeniería Digital.
2. López, R. & Fernández, M. (2019). *Flujos de Trabajo en Proyectos BIM: Estrategias y Mejores Prácticas*. Editorial ARQ.
3. Sánchez, J. (2021). *Normativas y Estándares para la Gestión de la Información en BIM*. Editorial Universitaria.
4. Martínez, C. (2018). *Automatización y Optimización de Flujos de Datos en Proyectos BIM*. Editorial Ingeniería Aplicada.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	4
Código	MBIM004
Prerrequisito	- Grado Académico, (G.A.) (* Excepción: Lo regulado en el artículo 21 RGSE Posgrado UES.
Área de Formación	Fundamentos del BIM
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo I/Primer Año

II. Introducción

La asignatura "Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM" profundiza en las herramientas y plataformas tecnológicas que soportan la metodología BIM en la industria de la construcción. Los estudiantes explorarán cómo las tecnologías de la información (TI) facilitan la creación, gestión y análisis de los modelos de información de construcción, mejorando la colaboración, eficiencia y toma de decisiones en los proyectos.

III. Descripción General

Esta asignatura ofrece una visión integral de las tecnologías de la información específicas utilizadas en el entorno BIM, incluyendo software de modelado, plataformas de colaboración en la nube, herramientas de análisis y simulación, y técnicas de visualización avanzada. Se examinarán las últimas tendencias tecnológicas, como la realidad aumentada/virtual (AR/VR), la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), y su aplicación en el ciclo de vida de la construcción.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Identificar y utilizar de manera efectiva las principales herramientas y plataformas TI en proyectos BIM.
2. Evaluar y seleccionar tecnologías de la información que mejor se adapten a las necesidades específicas de un proyecto de construcción.
3. Integrar avanzadas tecnologías de la información para mejorar la colaboración, la visualización, el análisis y la gestión de proyectos BIM.
4. Mantenerse actualizado sobre las tendencias emergentes en tecnologías de la información aplicadas al BIM y su potencial impacto en la industria de la construcción.

V. Metodología de Enseñanza

La metodología combinará clases teóricas con talleres prácticos y laboratorios. Los estudiantes tendrán acceso a software de modelado BIM y plataformas colaborativas para ejercicios prácticos. Se fomentará el aprendizaje activo a través de proyectos de grupo, presentaciones y discusiones sobre estudios de caso actuales.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico. La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto Práctico	30
Análisis de Caso de Estudio	15
Participación Activa en Talleres y Discusiones	15
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Fundamentos de TI en BIM	1.1 Visión general de las TI en BIM 1.2 Software de modelado y diseño BIM	10	10
2. Plataformas de colaboración en la nube y gestión de proyectos	2.1 Herramientas colaborativas y gestión de datos en la nube 2.2 Integración de sistemas y flujos de trabajo BIM	10	10
3. Tecnologías avanzadas aplicadas al BIM	3.1 Realidad aumentada y virtual (AR/VR) 3.2 Inteligencia artificial (IA) y análisis de datos en BIM	10	10
4. Tendencias futuras en TI para BIM	4.1 Internet de las cosas (IoT) y su aplicación en BIM 4.2 Innovaciones emergentes y su impacto en la industria de la construcción	10	10
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Wiley.
2. Underwood, J., & Isikdag, U. (2011). *Emerging Technologies for Construction Delivery*. CRC Press.
3. Shen, W., & Fernando, T. (2015). *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. IGI Global.
4. Autodesk. (2022). Recursos y tutoriales de Autodesk BIM 360. Recuperado de [Autodesk Official Website].

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Gestión de Proyectos BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	5
Código	MBIM005
Prerrequisito	(**) Haber aprobado todas las asignaturas del ciclo anterior
Área de Formación	Gestión de Proyectos y Ciclo de Vida
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo II/Primer Año

II. Introducción

La asignatura "Tecnologías de la Información Aplicadas al BIM" profundiza en las herramientas y plataformas tecnológicas que soportan la metodología BIM en la industria de la construcción. Los estudiantes explorarán cómo las tecnologías de la información (TI) facilitan la creación, gestión y análisis de los modelos de información de construcción, mejorando la colaboración, eficiencia y toma de decisiones en los proyectos.

III. Descripción General

La asignatura aborda la gestión integral de proyectos de construcción mediante el uso de Building Information Modeling (BIM). Se profundiza en la planificación, control y supervisión de proyectos en todas sus etapas, integrando metodologías de gestión tradicionales con las herramientas tecnológicas avanzadas que proporciona BIM. Se

enfatisa en la utilización de un Entorno Común de Datos (CDE) para la estandarización de la información y la colaboración eficiente entre los actores del proyecto.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Capacitar a los estudiantes en la planificación y gestión de proyectos de construcción mediante BIM.
2. Implementar el Entorno Común de Datos (CDE) como plataforma para la gestión colaborativa de la información del proyecto.
3. Desarrollar competencias para la estandarización de flujos de trabajo en la gestión de proyectos.
4. Integrar el seguimiento y control de tiempos, costos y calidad en proyectos de construcción utilizando modelos BIM.
5. Utilizar herramientas tecnológicas para la toma de decisiones informadas basadas en análisis en tiempo real.

V. Metodología de Enseñanza

La asignatura se impartirá con una combinación de clases teóricas y talleres prácticos. Los estudiantes utilizarán herramientas tecnológicas para gestionar un proyecto de construcción simulado, integrando BIM y el Entorno Común de Datos (CDE). Se realizarán actividades grupales para la coordinación y estandarización de flujos de trabajo, así como el análisis de datos en tiempo real para la toma de decisiones.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico. La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto	30
Simulación	15
Participación en clases y talleres	15
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Introducción a la gestión de proyectos BIM	1.1 Conceptos básicos de gestión de proyectos 1.2 BIM aplicado a la gestión de proyectos de construcción 1.3 Integración del ciclo de vida del proyecto mediante BIM	8	8
2. Planificación y control de proyectos BIM	2.1 Técnicas de planificación en BIM: fases, hitos y actividades 2.2 Estimación de tiempos y recursos en proyectos con BIM 2.3 Herramientas para el control de proyectos (Microsoft Project, Primavera P6) y su integración con BIM 2.4 Definición de procesos en el Entorno Común de Datos (CDE)	8	8
3. Herramientas de gestión y control de proyectos en BIM	3.1 Implementación de flujos de trabajo estandarizados en la gestión de la documentación y la información del proyecto 3.2 Uso del entorno común de datos (CDE) para la gestión y coordinación de la información 3.3 Control de versiones y trazabilidad de cambios en el CDE 3.4 Integración de informes y avances en tiempo real en el CDE	8	8
4. Gestión de costos y tiempos en proyectos BIM	4.1 Presupuestos y cronogramas vinculados a modelos BIM 4.2 Monitorización de costos en tiempo real utilizando el CDE	8	8

	4.3 Simulación de costos y análisis financiero mediante la integración de bases de datos de precios actualizados 4.4 Toma de decisiones informada con análisis en tiempo real a partir de los modelos BIM		
5. Supervisión y control de calidad en proyectos BIM	5.1 Control de calidad mediante la coordinación interdisciplinaria en BIM 5.2 Gestión de riesgos en proyectos BIM 5.3 Uso de BIM 4D y BIM 5D para la supervisión y control de avances, tiempos y costos.	8	8
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. Sosa, A. (2021). *Gestión de Proyectos de Construcción con BIM: Teoría y Práctica*. Editorial Técnica.
2. Moreno, C. (2020). *Estrategias de Gestión y Coordinación en Proyectos BIM*. Editorial Ingeniería y Gestión.
3. Suárez, L. (2022). *Planificación y Control de Proyectos con BIM*. Editorial Arquitectura Digital.
4. García, F. (2021). *Gestión de la Información en Proyectos de Construcción mediante BIM*. Editorial Proyectos y Tecnologías.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Diseño Sostenible y BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	6
Código	MBIM006
Prerrequisito	MBIM001, MBIM002
Área de Formación	Diseño Sostenible y Análisis
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo II/Primer Año

II. Introducción

Diseño Sostenible y BIM" aborda cómo la metodología BIM puede ser una herramienta poderosa para el diseño y construcción sostenibles. La asignatura se centra en integrar principios de sostenibilidad en el proceso de diseño utilizando BIM para crear proyectos más eficientes, económicamente viables y ambientalmente amigables.

III. Descripción General

Esta asignatura enseña a los estudiantes a aplicar las capacidades de BIM en la planificación y diseño de proyectos sostenibles. Se explorarán técnicas para el análisis energético, la selección de materiales sostenibles y la gestión eficiente de recursos durante la fase de diseño. Además, se discutirán las certificaciones de sostenibilidad y cómo BIM puede facilitar el cumplimiento de sus requisitos.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Integrar principios de sostenibilidad en el diseño y construcción utilizando BIM.
2. Realizar análisis energéticos y ambientales utilizando herramientas BIM.
3. Seleccionar materiales y procesos constructivos sostenibles apoyados en BIM.
4. Preparar documentación para certificaciones de sostenibilidad utilizando BIM.

V. Metodología de Enseñanza

La metodología incluirá clases teóricas, talleres prácticos, y proyectos de diseño. Los estudiantes utilizarán software BIM para el análisis energético y la selección de materiales, y desarrollarán un proyecto de diseño sostenible. Se fomentará el aprendizaje colaborativo a través de discusiones en grupo y revisiones de proyectos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto de Diseño Sostenible en BIM	30
Presentación	15
Participación y Aportes en Talleres y Discusiones	15
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Fundamentos de diseño sostenible en BIM	1.1 Principios de sostenibilidad aplicados al diseño 1.2 BIM como herramienta para el diseño sostenible	10	10
2. Análisis energético y ambiental	2.1 Herramientas BIM para análisis energético 2.2 Evaluación del impacto ambiental de materiales y construcción	10	10
3. Materiales y procesos constructivos sostenibles	3.1 Selección de materiales sostenibles con BIM 3.2 Optimización de procesos constructivos para sostenibilidad	10	10
4. Certificaciones de sostenibilidad para certificaciones	4.1 Preparación de documentación para certificaciones 4.2 Casos de estudio de proyectos certificados con soporte BIM	10	10
TOTAL		40	40

VIII. Bibliografía

1. Krygiel, E., & Nies, B. (2012). *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Wiley.
2. Eastman, C., et al. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling*. Wiley.
3. USGBC. (2020). *LEED Reference Guide for Building Design and Construction*. U.S. Green Building Council.
4. Autodesk. (2022). *Sustainable Design with BIM*. Recuperado de [Autodesk Official Website].

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Análisis Estructural y MEP (Mecánico, Eléctrico e Hidráulico)**

I. Generalidades

Número Correlativo	7
Código	MBIM007
Prerrequisito	MBIM004
Área de Formación	Diseño Sostenible y Análisis
Número de Horas por Ciclo	100
Horas Teóricas	50
Horas Prácticas	50
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	5 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	7.5
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo II/Primer Año

II. Introducción

Análisis Estructural y MEP (Mecánico, Eléctrico y de Plomería) con BIM" se enfoca en la aplicación de la metodología BIM para el análisis estructural y el diseño de sistemas MEP. Esta asignatura proporciona una comprensión profunda de cómo BIM facilita una integración y coordinación efectivas entre las diferentes disciplinas de ingeniería, mejorando la eficiencia y precisión del diseño y análisis estructural, así como la planificación y ejecución de sistemas MEP.

III. Descripción General

Esta asignatura está orientada a que los estudiantes adquieran competencias en el análisis y coordinación de modelos estructurales y MEP dentro de un proyecto BIM. Se pondrá un énfasis particular en la colaboración entre disciplinas como arquitectura,

ingeniería estructural, y sistemas MEP (mecánico, eléctrico y plomería) para asegurar que los modelos estén completamente integrados, optimizando la planificación y ejecución de los proyectos de construcción.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

- Aplicar técnicas de análisis estructural y sistemas MEP utilizando modelos BIM.
- Desarrollar habilidades para coordinar equipos multidisciplinares en proyectos de construcción que integren estructuras y sistemas MEP.
- Integrar modelos arquitectónicos, estructurales y MEP para optimizar la planificación y ejecución de proyectos.
- Resolver interferencias y conflictos entre modelos de diferentes especialidades utilizando software BIM.

V. Metodología de Enseñanza

La metodología de enseñanza incluirá clases teóricas y talleres prácticos, donde los estudiantes trabajarán en la integración de modelos arquitectónicos, estructurales y MEP en proyectos de construcción. Se realizarán actividades prácticas en las que se utilizarán herramientas BIM como Revit y Navisworks para la detección de interferencias, la resolución de conflictos y la coordinación efectiva entre los equipos multidisciplinares. Los estudiantes participarán en simulaciones que replican la realidad de proyectos complejos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto grupal	25
Informe final	25
Participación en clases y talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Introducción a la coordinación de proyectos multidisciplinares con BIM	1.1 Definición y alcance de la coordinación multidisciplinaria 1.2 Roles y responsabilidades en proyectos que incluyen arquitectura, estructuras y MEP	10	10
2. Análisis estructural en proyectos BIM	2.1 Modelado y análisis de elementos estructurales en BIM 2.2 Integración de modelos estructurales con modelos arquitectónicos y MEP 2.3 Ejemplos prácticos de análisis estructurales en proyectos reales	10	10
3. Diseño y coordinación de sistemas MEP en BIM	3.1 Modelado de sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería en proyectos BIM 3.2 Integración de modelos MEP con arquitectura y estructuras 3.3 Detección y resolución de conflictos entre sistemas MEP y otros elementos constructivos	10	10
4. Colaboración entre equipos multidisciplinares	4.1 Estrategias de coordinación entre equipos de arquitectura, ingeniería estructural y MEP 4.2 Uso de plataformas BIM para la colaboración y la comunicación entre disciplinas 4.3 Ejemplos prácticos de integración de modelos y resolución de conflictos en proyectos multidisciplinares	10	10
5. Herramientas para la gestión y coordinación en	5.1 Uso de herramientas como Navisworks, Revit MEP y otras	10	10

proyectos multidisciplinares	plataformas colaborativas para la gestión de modelos BIM 5.2 Análisis y simulación de interferencias entre disciplinas 5.3 Análisis de proyectos colaborativos en equipos multidisciplinares utilizando BIM		
TOTAL		50	50

VIII. Bibliografía

- Martínez, J. (2020). *Coordinación de Proyectos Multidisciplinares con BIM*. Editorial Proyectos Colaborativos.
- Pérez, L. (2019). *Análisis Estructural y MEP en la Construcción con BIM*. Editorial Ingeniería Integral.
- García, A. (2021). *Gestión y Colaboración en Proyectos de Construcción con BIM*. Editorial Construcción y Tecnología.
- López, R. (2018). *Modelado de Sistemas MEP en Proyectos BIM*. Editorial Técnica Constructiva.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Visualización y Presentación de Proyectos BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	8
Código	MBIM008
Prerrequisito	MBIM001, MBIM002
Área de Formación	Simulación y Visualización
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo II/Primer Año

II. Introducción

La asignatura se centra en las técnicas y herramientas para la creación de visualizaciones de alta calidad de proyectos modelados en BIM. Esta asignatura aborda cómo presentar de manera efectiva los modelos BIM a una variedad de audiencias, incluyendo clientes, equipos de proyecto y partes interesadas, utilizando visualizaciones estáticas, animaciones y recorridos virtuales.

III. Descripción General

Los maestrandos aprenderán a aplicar principios de diseño gráfico y narrativa visual en el contexto de proyectos BIM. Se explorarán técnicas avanzadas para la creación de imágenes realistas, animaciones y experiencias de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR) que comuniquen eficazmente el diseño y las intenciones del proyecto.

Además, se discutirán las mejores prácticas para la preparación de presentaciones y la comunicación efectiva de información compleja de proyectos.

IV. **Objetivos (Metas de Formación, Competencias)**

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Crear visualizaciones impactantes de proyectos modelados en BIM para diversos propósitos comunicativos.
2. Aplicar técnicas avanzadas de renderizado, animación y realidad virtual/aumentada para presentar proyectos.
3. Desarrollar habilidades en la preparación y entrega de presentaciones efectivas de proyectos BIM.
4. Utilizar las mejores prácticas y herramientas de software actuales para la visualización y presentación de proyectos.

V. **Metodología de Enseñanza**

La enseñanza incluirá clases teóricas sobre principios de visualización, talleres prácticos en software de renderizado y VR/AR, y proyectos individuales y grupales. Se fomentará la crítica constructiva y la revisión entre pares para mejorar las habilidades de presentación y comunicación visual.

VI. **Sistema de Evaluación**

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto Final de Visualización	30
Presentación del Proyecto	20
Participación en Talleres y Discusiones	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Principios de visualización en BIM	1.1 Fundamentos de diseño gráfico y visualización 1.2 Narrativa visual y comunicación de proyectos	10	10
2. Técnicas de renderizado y animación	2.1 Renderizado avanzado y técnicas de post-producción 2.2 Creación de animaciones y recorridos virtuales	10	10
3. Realidad virtual y aumentada en BIM	3.1 Aplicaciones de VR/AR para la presentación de proyectos 3.2 Herramientas y Plataformas para VR/AR	10	10
4. Preparación y entrega de presentaciones efectivas	4.1 Desarrollo de presentaciones impactantes 4.2 Comunicación efectiva y manejo de audiencias	10	10
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. Dore, C., & Murphy, M. (2017). BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows. Wiley.
2. Kensek, K. (2014). Visualizing BIM: A Guide to Good Practice. Routledge.
3. Lochstampfor, A. (2018). Advanced Visualization Techniques for Modern BIM Projects. Springer.
4. Szalapaj, P. (2015). Contemporary Digital Architectural Design Visualization. Architectural Press.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Integración de BIM en el Ciclo de Vida del Proyecto**

I. Generalidades

Número Correlativo	9
Código	MBIM009
Prerrequisito	MBIM001, MBIM002, MBIM003
Área de Formación	Gestión de Proyectos y Ciclo de Vida
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo III/Segundo Año

II. Introducción

Explora la aplicación de la metodología BIM más allá de la fase de diseño y construcción, abarcando todo el ciclo de vida del proyecto, desde la conceptualización hasta la operación y el mantenimiento. Esta asignatura se centra en cómo BIM puede ser utilizado para mejorar la toma de decisiones, optimizar el mantenimiento de edificios y facilitar la gestión de activos.

III. Descripción General

La asignatura aborda el uso de BIM para la gestión integral del proyecto, incluyendo la planificación, el diseño, la construcción, la operación y el desmantelamiento o renovación. Se examinarán las mejores prácticas para la integración de datos y la colaboración entre todas las fases del proyecto, asegurando una transición fluida de la información a lo largo

del ciclo de vida del edificio. Se discutirán también los beneficios de utilizar BIM para la gestión de activos y el mantenimiento predictivo.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Aplicar la metodología BIM a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.
2. Integrar y gestionar eficazmente la información del proyecto desde la conceptualización hasta la operación y mantenimiento.
3. Utilizar BIM para la gestión de activos y el mantenimiento predictivo.
4. Desarrollar estrategias para la implementación eficaz de BIM en la gestión del ciclo de vida del edificio.

V. Metodología de Enseñanza

La metodología incluirá clases teóricas, estudios de caso, talleres prácticos y proyectos. Se utilizarán herramientas BIM avanzadas para simular la gestión del ciclo de vida de proyectos reales, permitiendo a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno práctico. El curso fomentará el análisis crítico y la resolución de problemas a través de discusiones en grupo y revisiones de proyectos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto Final	30
Presentación de Estudio de Caso	20
Participación y Contribución en Talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. BIM y el ciclo de vida del proyecto	1.1 Principios y beneficios de BIM en el ciclo de vida 1.2 Fases del ciclo de vida y su integración con BIM	10	10
2. Gestión de información y documentación	2.1 Estandarización de datos y documentación en BIM 2.2 Herramientas BIM para la gestión de la información	10	10
3. BIM para operación y mantenimiento	3.1 Uso de BIM en el mantenimiento predictivo y gestión de activos 3.2 Implementación BIM en la operación de edificios	10	10
4. Estrategias de implementación de BIM	4.1 Desarrollo de un plan de implementación de BIM 4.2 Casos de estudio y lecciones aprendidas	10	10
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. Succar, B., & Kassem, M. (2015). *Building Information Modeling: Framework for Structural Design*. CRC Press.
2. Eastman, C., et al. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Wiley.
3. NBIMS (National Building Information Model Standard). (2020). *National BIM Guide for Owners*. Recuperado de [NBIMS Official Website].
4. Autodesk. (2022). *BIM 360 for Lifecycle Management*. Recuperado de [Autodesk Official Website].

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	10
Código	MBIM010
Prerrequisito	(**) Haber aprobado todas asignaturas del ciclo anterior.
Área de Formación	Colaboración y Coordinación
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo III/Segundo Año

II. Introducción

Colaboración y Coordinación en Proyectos BIM" se centra en los aspectos colaborativos de la metodología BIM, esenciales para el éxito de cualquier proyecto de construcción. Esta asignatura explora las técnicas, herramientas y estrategias para mejorar la comunicación, colaboración y coordinación entre todos los actores involucrados en un proyecto BIM, desde la fase de diseño hasta la construcción y mantenimiento.

III. Descripción General

Esta asignatura se enfoca en el desarrollo de competencias para la coordinación de proyectos colaborativos en entornos BIM, destacando la importancia de la gestión de equipos multidisciplinares. Los estudiantes aprenderán sobre la importancia de los roles clave en un proyecto BIM, tales como BIM Manager, BIM Coordinador y BIM Modeler, y

cómo estos roles interactúan para asegurar la correcta planificación y ejecución de proyectos. Además, se abordarán técnicas de colaboración eficiente y el uso de plataformas comunes de datos (CDE).

IV. Objetivos de la asignatura: (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Comprender la importancia de la colaboración interdisciplinaria en proyectos BIM.
2. Definir y aplicar los roles de BIM Manager, BIM Coordinador y otros actores clave en un proyecto de construcción digital.
3. Desarrollar habilidades para gestionar equipos multidisciplinarios en entornos colaborativos utilizando herramientas digitales.
4. Aplicar plataformas comunes de datos (CDE) para facilitar la colaboración y gestión de la información.

V. Metodología de Enseñanza

La asignatura se impartirá mediante clases teóricas, talleres prácticos y simulaciones en entornos colaborativos de proyectos BIM. Los estudiantes participarán en ejercicios prácticos de coordinación de equipos multidisciplinarios, utilizando software BIM y plataformas colaborativas (CDE). Además, se realizarán estudios de casos de proyectos reales para evaluar la implementación efectiva de roles y la colaboración en equipos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Desarrollo de proyectos en equipo	30
Estudios de casos y análisis de mejores prácticas	20
Participación en clases y talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Introducción a la colaboración en proyectos BIM	1.1 Definición de la colaboración en BIM 1.2 Importancia de la integración de disciplinas en la planificación y ejecución de proyectos. 1.3 Introducción a la gestión colaborativa de proyectos.	8	8
2. Roles y responsabilidades en proyectos BIM	2.1 Definición de roles: BIM Manager, BIM Coordinador, BIM Modeler, entre otros. 2.2 Responsabilidades específicas de cada rol. 2.3 Competencias necesarias para cada puesto y su impacto en la eficiencia del Proyecto. 2.4 Coordinación entre disciplinas.	8	8
3. Gestión de equipos multidisciplinares en BIM	3.1 Técnicas de gestión de equipos y liderazgo en entornos colaborativos. 3.2 Coordinación y control de los procesos de diseño y construcción con herramientas BIM. 3.3 Resolución de conflictos y problemas de comunicación en equipos interdisciplinarios.	8	8
4. Uso del entorno común de datos (CDE)	4.1 Introducción al CDE y su aplicación en la gestión de la información en proyectos BIM. 4.2 Flujos de trabajo en un CDE: Creación, gestión y distribución de información. 4.3 Protocolos de intercambio de datos y versiones de modelos.	8	8

5. Estrategias para la mejora continua en la colaboración BIM.	5.1 Evaluación de la colaboración en proyectos reales.	8	8
	5.2 Estrategias para la implementación de mejores prácticas en proyectos BIM.		
	5.3 Uso de métricas para medir la eficiencia y efectividad de la colaboración en proyectos.		
TOTAL		40	40

VIII. Bibliografía

1. Smith, D. (2021). *Guía Práctica de BIM Management: Organización y Coordinación en Proyectos BIM*. Editorial ARQ.
2. Martínez, R. & Sánchez, A. (2020). *BIM para la Gestión de Proyectos de Construcción: Roles y Responsabilidades*. Editorial Universidad Politécnica.
3. Castro, E. (2019). *Gestión de Equipos Multidisciplinarios en BIM: Estrategias de Colaboración Eficiente*. Editorial Ingeniería Moderna.
4. Gómez, J. (2022). *Introducción al Entorno Común de Datos (CDE) en Proyectos BIM*. Editorial Construcción Sostenible.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Simulación y Análisis de Construcción con BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	11
Código	MBIM011
Prerrequisito	MBIM008
Área de Formación	Simulación y Visualización
Número de Horas por Ciclo	100
Horas Teóricas	50
Horas Prácticas	50
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	5 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	7.5
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo III/Segundo Año

II. Introducción

"Simulación y Análisis de Construcción con BIM" se enfoca en la utilización de la metodología BIM para la simulación y análisis de procesos constructivos. Esta asignatura cubre las técnicas y herramientas que permiten prever y optimizar el desempeño de la construcción, desde la planificación de la obra hasta la gestión de recursos, la secuenciación de tareas y la evaluación del impacto de decisiones de diseño en el proceso constructivo.

III. Descripción General

Esta asignatura está diseñada para que los estudiantes desarrollen competencias avanzadas en la simulación de procesos constructivos utilizando herramientas BIM. Se

les enseñará a conectar los modelos BIM a bases de datos de precios en tiempo real, optimizando la gestión de costos y la toma de decisiones financieras durante las etapas de diseño y construcción. Los estudiantes aprenderán a simular diferentes escenarios constructivos y analizar el impacto de las decisiones en los plazos, recursos y costos del proyecto.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al concluir la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Aplicar técnicas avanzadas de simulación de construcción utilizando modelos BIM.
2. Integrar modelos BIM con bases de datos de precios en tiempo real para la gestión del presupuesto.
3. Realizar análisis de costos y tiempos en tiempo real para tomar decisiones financieras durante la construcción.
4. Optimizar el uso de recursos y cronogramas mediante simulaciones de escenarios constructivos.

V. Metodología de Enseñanza

La asignatura incluirá clases teóricas y talleres prácticos donde los estudiantes aplicarán técnicas avanzadas de simulación utilizando software BIM. Los estudiantes trabajarán con modelos BIM conectados a bases de datos de precios en tiempo real para realizar análisis de costos y simulaciones de escenarios constructivos. Las clases prácticas se centrarán en el uso de herramientas como Navisworks, Revit y Synchro, permitiendo a los estudiantes experimentar con la manipulación de costos y tiempos en proyectos reales o simulados.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto grupal	30
Informe de análisis	20
Participación en clases y talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido		Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Introducción a la simulación de proyectos de construcción con BIM	1.1 Definición y alcance de la simulación en construcción 1.2 Beneficios de la simulación en la planificación y ejecución de proyectos		10	10
2. Simulación de procesos constructivos	2.1 Simulación 4D (tiempo) y 5D (costos) en BIM 2.2 Integración de cronogramas y modelos BIM para la simulación en tiempo real 2.3 Ejemplos prácticos de simulaciones constructivas en proyectos reales		10	10
3. Manipulación de costos en tiempo real	3.1 Conexión de modelos BIM a bases de datos de precios actualizados 3.2 Integración de software de gestión de costos y bases de datos para la actualización automática de precios 3.3 Métodos para la actualización y control de costos durante el diseño y la construcción		10	10
4. Análisis de escenarios de construcción	4.1 Análisis de escenarios: impacto en el costo y tiempo en diferentes fases de construcción 4.2 Evaluación de opciones de diseño y construcción a través de simulaciones BIM 4.3 Uso de software especializado para la simulación de múltiples escenarios		10	10
5. Optimización de recursos y gestión del presupuesto	5.1 Estrategias para la optimización de recursos en proyectos de construcción 5.2 Herramientas para el seguimiento y control de costos en tiempo real		10	10

	5.3 Análisis comparativo de costos y cronogramas para optimizar decisiones financieras			
	TOTAL		50	50

VIII. Bibliografía

1. García, L. (2020). *Simulación y Gestión de Proyectos en Construcción con BIM*. Editorial Ingeniería Avanzada.
2. Torres, J. & Díaz, M. (2019). *Análisis de Costos y Tiempos en Proyectos BIM*. Editorial Proyectos y Gestión.
3. Sánchez, R. (2021). *Gestión de Presupuestos y Costos en BIM en Tiempo Real*. Editorial Técnica Constructiva.
4. López, A. (2018). *Simulación 4D y 5D en la Gestión de Proyectos BIM*. Editorial Arquitectura y Tecnología.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Legislación y Normativa en BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	12
Código	MBIM012
Prerrequisito	MBIM001, MBIM002
Área de Formación	Innovación y Legislación
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo III/Segundo Año

II. Introducción

"Legislación y Normativa BIM" ofrece una visión comprensiva de los marcos legales y normativos que rigen la aplicación del Building Information Modeling (BIM) en la industria de la construcción. Este curso está diseñado para proporcionar a los estudiantes un entendimiento detallado de las obligaciones legales, los estándares de calidad y las mejores prácticas asociadas con la implementación de BIM en proyectos de construcción.

III. Descripción General

A través de la asignatura, se explorarán las leyes, regulaciones y estándares internacionales y locales que impactan la adopción y gestión de BIM en proyectos de construcción. Los estudiantes aprenderán sobre la importancia de la estandarización en

BIM, los protocolos de datos y los marcos de interoperabilidad, además de discutir las implicaciones legales y contractuales de trabajar con BIM.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al concluir la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Identificar y comprender las leyes y regulaciones que afectan el uso de BIM en proyectos de construcción.
2. Aplicar los estándares internacionales y locales relevantes para la implementación efectiva de BIM.
3. Reconocer las implicaciones legales y contractuales de la adopción de BIM en proyectos.
4. Promover la estandarización y la interoperabilidad en la aplicación de BIM.

V. Metodología de Enseñanza

La metodología incluirá clases teóricas para explorar la legislación y normativas, seminarios de discusión para analizar estudios de caso y talleres prácticos para aplicar conocimientos a situaciones reales. Se alentará el debate y la reflexión crítica sobre los desafíos legales y normativos de la implementación de BIM.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Trabajo de investigación	30
Presentación de estudio de caso	20
Participación en discusiones y talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Fundamentos de legislación y normativa BIM	1.1 Introducción a las leyes y regulaciones que afectan el BIM 1.2 Visión global de estándares BIM	10	10
2. Estándares internacionales de BIM	2.1 ISO 19650 y otros estándares relevantes 2.2 Implementación de estándares y protocolos BIM	10	10
3. Implicaciones legales y contractuales de BIM	3.1 Contratos BIM y cuestiones de propiedad intelectual. 3.2 Resolución de disputas y aspectos de responsabilidad en BIM	10	10
4. Estandarización y interoperabilidad en BIM	4.1 Desarrollo de un marco de interoperabilidad 4.2 Mejores prácticas para la estandarización en proyectos BIM	10	10
	TOTAL	40	40

VIII. Bibliografía

1. British Standards Institution. (2019). *ISO 19650-1 and -2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling*. BSI Standards Limited.
2. Eastman, C., et al. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Wiley.
3. Autodesk. (2022). *Understanding BIM Legislation and Standards*. Recuperado de [Autodesk Official Website].
4. Smith, D. K. (2014). *Legal Aspects of BIM*. Routledge.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción**

I. Generalidades

Número Correlativo	13
Código	MBIM013
Prerrequisito	MBIM012
Área de Formación	Innovación y Legislación
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo IV/Segundo Año

II. Introducción

"Gestión del Cambio y Transformación Digital en la Construcción" examina los desafíos y estrategias asociadas con la implementación de nuevas tecnologías, como BIM, en el sector de la construcción. La asignatura se enfoca en cómo liderar y gestionar el cambio hacia la digitalización, abordando tanto los aspectos técnicos como los humanos de la transformación digital.

III. Descripción General

Esta asignatura proporciona una visión integral de la transformación digital en la industria de la construcción, destacando la importancia de la gestión del cambio para adoptar con éxito herramientas digitales como BIM. Los estudiantes aprenderán sobre la resistencia al cambio, la comunicación efectiva, la capacitación y el desarrollo de habilidades, y la creación de una cultura organizacional que apoye la innovación y la adopción tecnológica

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al concluir la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Comprender los principios fundamentales de la gestión del cambio y la transformación digital en la construcción.
2. Desarrollar estrategias efectivas para liderar el cambio organizacional hacia la digitalización.
3. Identificar y superar barreras para la adopción de BIM y otras tecnologías digitales.
4. Fomentar una cultura de innovación y aprendizaje continuo en entornos de construcción.

V. Metodología de Enseñanza

La metodología combinará clases teóricas, discusiones en grupo, estudios de caso y proyectos prácticos. Se alentará a los estudiantes a participar en simulaciones de gestión del cambio y a desarrollar planes de transformación digital para organizaciones ficticias o reales. Las sesiones prácticas incluirán talleres sobre herramientas digitales y plataformas colaborativas.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto de gestión del cambio	30
Presentación de plan de transformación digital	20
Participación en discusiones y talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Fundamentos de la transformación digital	1.1 Principios de la digitalización en la construcción 1.2 Impacto de BIM y otras tecnologías en el sector	10	10
2. Estrategias de gestión del cambio	2.1 Modelos y teorías de gestión del cambio 2.2 Liderazgo y comunicación en procesos de cambio	10	10
3. Superación de barreras para la adopción tecnológica	3.1 Identificación de resistencias y barreras. 3.2 Estrategias para la capacitación y el desarrollo de habilidades	10	10
4. Creación de cultura organizacional innovadora	4.1 Fomento de una cultura de innovación 4.2 Casos de estudio y mejores prácticas en la industria	10	10
TOTAL		40	40

VIII. Bibliografía

1. Kotter, J. P. (2012). Leading Change. Harvard Business Review Press.
2. Venkatesh, V., et al. (2013). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. MIS Quarterly.
3. Dainty, A., & Brooke, M. (2004). Construction Innovation and Process Improvement. Wiley-Blackwell.
4. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W.W. Norton & Company.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Innovaciones y Tendencias Futuras en BIM**

I. Generalidades

Número Correlativo	14
Código	MBIM014
Prerrequisito	MBIM005, MBIM009
Área de Formación	Innovación y Legislación
Número de Horas por Ciclo	80
Horas Teóricas	40
Horas Prácticas	40
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas
Unidades Valorativas	4 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	6
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo IV/Segundo Año

II. Introducción

Se enfoca en las últimas innovaciones y las proyecciones de futuro en el campo del Building Information Modeling. La asignatura explora cómo las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la realidad aumentada (AR) y virtual (VR), y la fabricación digital, están transformando la manera en que se conciben, diseñan, construyen y mantienen los proyectos de construcción.

III. Descripción General

Esta asignatura proporciona una visión comprensiva de las tendencias emergentes en tecnología BIM y su aplicación práctica en la industria de la construcción. Los estudiantes aprenderán sobre el potencial de estas innovaciones para mejorar la eficiencia, aumentar

la sostenibilidad, y crear nuevas oportunidades de negocio. Además, se discutirán los desafíos asociados con la integración de estas tecnologías en los flujos de trabajo existentes.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al concluir la asignatura, el maestrando será capaz de:

1. Identificar y comprender las últimas innovaciones tecnológicas en BIM y su potencial impacto en la industria de la construcción.
2. Analizar las tendencias emergentes y evaluar su aplicabilidad en proyectos de construcción.
3. Explorar el uso de tecnologías avanzadas para resolver problemas complejos en el diseño y la construcción.
4. Reflexionar críticamente sobre los desafíos y oportunidades que presentan estas innovaciones para la práctica profesional.

V. Metodología de Enseñanza

La enseñanza combinará clases teóricas con análisis de casos de estudio, seminarios de expertos en la materia y proyectos prácticos. Los estudiantes tendrán la oportunidad de experimentar directamente con software y herramientas tecnológicas avanzadas, fomentando un enfoque de aprendizaje basado en proyectos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Examen parcial 1	20
Examen parcial 2	20
Proyecto de investigación sobre una innovación tecnológica en BIM.	30
Presentación de tendencias futuras y análisis crítico.	20

Participación en seminarios y talleres	10
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Inteligencia artificial y machine learning en BIM	1.1 Aplicaciones de IA en diseño y construcción 1.2 Machine Learning para análisis de datos de proyectos	10	10
2. Realidad aumentada y virtual en BIM	2.1 Implementación de AR/VR para visualización y diseño 2.2 Uso de AR/VR en formación y mantenimiento	10	10
3. Internet de las cosas (IoT) y edificios inteligentes	3.1 Integración de IoT en la gestión de edificios 3.2 Aplicaciones de IoT para la eficiencia energética y la sostenibilidad	10	10
4. Fabricación digital y construcción	4.1 Tecnologías de fabricación aditiva en construcción 4.2 Impacto de la Industria 4.0 en el sector de la construcción	10	10
TOTAL		40	40

VIII. Bibliografía

1. Khosrowshahi, F. (Ed.). (2019). *The Impact of Digitalization on the Smart Buildings Industry*. Wiley.
2. Whyte, J. (2020). *Digital Construction Management: Transforming Construction Through Digital Innovation*. Routledge.
3. Autodesk. (2022). *Exploring the Future of BIM*. Recuperado de [Autodesk Official Website].
4. Shen, W., & Fernando, T. (Eds.). (2015). *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. IGI Global.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM

PROGRAMA
Gestión de Información y Colaboración en BIM

I. Generalidades

Número Correlativo	15
Código	MBIM015
Prerrequisito	MBIM014
Área de Formación	Colaboración y Coordinación
Número de Horas por Ciclo	60
Horas Teóricas	35
Horas Prácticas	25
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas/ semipresencial
Unidades Valorativas	3 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	4.5
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo IV/Segundo Año

II. Introducción

La asignatura "Gestión de Información y Colaboración en BIM" está diseñado para que los estudiantes desarrollen competencias avanzadas en la administración de información de proyectos BIM, fomentando la colaboración interdisciplinaria y el uso de entornos comunes de datos (CDE). Esta asignatura se enfoca en la implementación de normativas internacionales como ISO 19650 y building SMART, promoviendo la gestión eficiente de datos en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de construcción.

III. Descripción General

La asignatura tiene como objetivo principal capacitar a los estudiantes en la gestión de información y la coordinación de equipos multidisciplinarios en un entorno colaborativo

utilizando BIM. Los estudiantes aprenderán a implementar estrategias de trazabilidad, control de versiones y resolución de conflictos técnicos, aplicando normativas internacionales y utilizando herramientas como BIM 360 y Navisworks.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar la asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Aplicar estándares internacionales (ISO 19650, Building SMART) en la gestión de información en proyectos BIM.
2. Configurar y gestionar entornos comunes de datos (CDE) para proyectos colaborativos.
3. Resolver conflictos técnicos mediante estrategias de coordinación interdisciplinaria.
4. Implementar técnicas de trazabilidad y control de versiones en modelos BIM.
5. Optimizar flujos de trabajo en equipos multidisciplinarios a través de plataformas BIM.

V. Metodología de Enseñanza

Se utilizará un enfoque práctico, combinando sesiones teóricas, talleres, simulaciones y proyectos colaborativos, los estudiantes trabajarán en casos prácticos y simulaciones de entornos reales utilizando herramientas como BIM 360 y Navisworks. Se priorizará la retroalimentación continua y el aprendizaje basado en proyectos.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación es un proceso sistemático, participativo e integral por medio del cual se mide el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante de posgrado; comprende dos ámbitos integrados del conocimiento, tanto el teórico como el práctico.

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación %
Configuración y gestión de un CDE	30
Resolución de conflictos y coordinación	20
Proyecto final (implementación colaborativa)	30

Presentación de la propuesta inicial	20
Total	100

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Introducción a la Gestión de Información en BIM	1.1 Principios básicos de gestión de información 1.2 Impacto de la colaboración digital en proyectos constructivos	5	5
2. Normativas Internacionales	2.1 ISO 19650: Fundamentos y aplicación 2.2 Estándares de building SMART International.	5	5
3. Uso de herramientas colaborativas	3.1 Plataformas como BIM 360, Navisworks y Aconex 3.2 Configuración y gestión de un Entorno Común de Datos (CDE)	15	5
4. Gestión de Conflictos y Coordinación	4.1 Resolución de conflictos técnicos 4.2 Estrategias para optimizar la comunicación interdisciplinaria.	5	5
5. Trazabilidad y Control de Versiones	5.1 Documentación, registro de cambios y coherencia en modelos BIM. 5.2 Técnicas avanzadas de gestión de información	5	5
TOTAL		35	25

VIII. Bibliografía

1. Eastman, C., et al. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling. Wiley.
2. ISO 19650. (2018). Organization and Digitization of Information about Buildings and Civil Engineering Works.
3. Autodesk. (2020). Navisworks User Guide. Autodesk Press.
4. Kensek, K. M., & Noble, D. (2014). Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice. Wiley.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
UTILIZANDO SISTEMA BIM**

**PROGRAMA
Seminario de Tesis**

I. Generalidades

Número Correlativo	16
Código	MBIM016
Prerrequisito	MBIM015
Área de Formación	Investigación y Proyecto Final
Número de Horas por Ciclo	60
Horas Teóricas	35
Horas Prácticas	25
Duración de la Hora Clase	50 min
Duración del Ciclo	20 semanas/ semipresencial
Unidades Valorativas	3 U.V.
Unidades de Créditos Académicos	4.5
Identificación del Ciclo y Año Académico	Ciclo IV/Segundo Año

II. Introducción

Está diseñado para que los estudiantes desarrollen y presenten el perfil final del trabajo de graduación, que será ejecutado en el ciclo siguiente. Este seminario permite a los estudiantes definir su problema de investigación o proyecto aplicado, así como justificar su relevancia en el ámbito de la construcción y la tecnología BIM. El curso culmina con la exposición, defensa y presentación formal del perfil del trabajo de graduación, siguiendo los requisitos del estilo APA y las normativas institucionales.

III. Descripción

El objetivo principal del Seminario de tesis es que los estudiantes estructuren un perfil sólido y bien fundamentado de su trabajo de graduación. Esto incluye la formulación de objetivos específicos, la elección de la metodología adecuada, la planificación de un

cronograma y la justificación teórica del trabajo. El seminario finaliza con la exposición y defensa del perfil del proyecto de graduación, que será evaluado por un comité académico.

IV. Objetivos (Metas de Formación, Competencias)

Al finalizar el seminario, los estudiantes serán capaces de:

1. Elaborar un perfil completo de su trabajo de graduación, con objetivos, justificación y marco teórico claros.
2. Aplicar las normas de estilo APA en la redacción del perfil y la presentación formal de su propuesta.
3. Definir una metodología coherente y aplicable para resolver el problema planteado o desarrollar el proyecto.
4. Planificar un cronograma detallado para la ejecución del trabajo de graduación.
5. Presentar y defender su perfil ante un comité académico, demostrando su viabilidad y relevancia para el sector.

V. Metodología de Enseñanza

El seminario combinará tutorías individuales, talleres prácticos, seminarios grupales y simulaciones de presentación para preparar a los estudiantes en la elaboración y defensa de su perfil de trabajo final. Se realizarán sesiones periódicas de revisión y discusión, donde los estudiantes presentarán avances y recibirán retroalimentación de los docentes y sus compañeros. El enfoque del curso es práctico y orientado a la aplicación de las normas de estilo APA en el desarrollo del documento.

VI. Sistema de Evaluación

La evaluación del Seminario II se basará en el desarrollo del perfil del trabajo de graduación, la calidad de su presentación escrita y la defensa oral. Los criterios de evaluación serán los siguientes:

La nota mínima de aprobación es 7.0 (siete punto cero) en una escala numérica de 0.0 a 10.0.

Actividad	Porcentaje de Evaluación
Entrega y estructura del perfil de graduación	30%
Aplicación de las normas de estilo APA	20%
Justificación metodológica y teórica	20%
Exposición y defensa del perfil	30%
Total	100%

VII. Contenidos

Unidad	Contenido	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1. Formulación del problema y objetivos	1.1 Planteamiento del problema y preguntas de investigación o hipótesis. 1.2 Definición de objetivos generales y específicos.	5	5
2. Revisión teórica y metodología de investigación	2.1 Revisión bibliográfica siguiendo normas APA 2.2 Selección de la metodología adecuada; cuantitativa, cualitativa o mixta.	5	15
3. Desarrollo de marco teórico y justificación	3.1 Elaboración del marco teórico y definición del estado del arte 3.2 Relación entre la teoría, metodología y su aplicación en BIM	5	10
4. Cronograma y planificación del trabajo de graduación.	4.1 Definición del cronograma, fases del Proyecto y puntos de control 4.2 Presentación de hitos y plan de seguimiento	5	10
5. Exposición y defensa del perfil del trabajo de graduación	5.1 Técnicas de presentación, uso de recursos visuales y normas de estilo APA para la defensa 5.2 Simulación de defensa del Proyecto y evaluación preliminar.	5	15
	TOTAL	35	25

VIII. Bibliografía

- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Eastman, C., et al. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling*. Wiley.
- Fellows, R., & Liu, A. (2015). *Research Methods for Construction*. Wiley Blackwell.
- Kothari, C. R. (2004). *Research Methodology: Methods and Techniques*. New Age International.
- Sampieri, R. H., et al. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill.

5.4. Plan de Implementación

Para la implementación del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM, Año 2025 con Modalidad de Entrega Semipresencial es requerido un conjunto de recursos, entre estos docentes, administrativos, financieros, infraestructura, equipo tecnológico y recursos bibliográficos, dicha maestría busca desarrollar habilidades avanzadas en el uso de herramientas digitales para la planificación, diseño, construcción y gestión de proyectos en el rubro.

La implementación del programa de maestría se realizará de acuerdo con el siguiente proceso:

- Aprobación del Plan de Estudios
- Implementación del Programa de Maestría

Aprobación del Plan de Estudios

El proceso de aprobación del Plan de Estudios se lleva a cabo ante los organismos competentes, tanto internos de la Universidad de El Salvador como del Ministerio de Educación. Este procedimiento es fundamental para otorgar legalidad al programa de maestría, garantizando que los títulos emitidos cuenten con validez académica y reconocimiento legal.

A continuación, se detalla el proceso de trámite para la aprobación del plan de estudios y los pasos de implementación del Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM.

Se puede observar que en ambos procesos se establece un flujo de trabajo claro y se definen los roles y tiempos específicos de cada actividad, garantizando una transición organizada desde la fase de aprobación hasta la implementación efectiva del programa de maestría.

A continuación se describe el Trámite de Aprobación del Plan de Estudios, lo que incluye una serie de actividades que aseguran la validación oficial del programa, estas actividades comienzan con el traslado del plan de estudios a la Unidad de Desarrollo Curricular, donde una comisión de docentes realiza ajustes y observaciones; posteriormente, se emite un dictamen técnico, y el documento sigue un proceso de aprobación a través de instancias administrativas y académicas, culminando con el registro oficial en el Ministerio de Educación, se puede observar

que cada actividad tiene un tiempo específico asignado y un responsable encargado, con una duración total estimada de aproximadamente 12 semanas

Tramite Aprobación Plan de Estudios

Actividad	Tiempo Estimado	Responsable
Traslado a la Unidad de Desarrollo Curricular	2 Semanas	Comisión de Docentes
Subsanar observaciones al Plan de Estudio	1 Semana	Comisión de Docentes
Revisión y Elaboración de Dictamen Técnico	1 Semana	Unidad de Desarrollo Curricular
Petición a Junta Directiva Tramite aprobación	1 semana	Gestora Administrativa Académica
Petición de aprobación al Consejo Superior Universitario	1 semana	Secretaría Facultad
Traslado a la Comisión Académica del Consejo Superior Universitario	2 Semanas	Consejo Superior Universitario
Traslado al Consejo Superior Universitario	1 semana	Comisión Académica del Consejo Superior
Aprobación de Plan de Estudios	1 semana	Consejo Superior Universitario
Distribución de copias foliadas y selladas	1 semana	Secretaría General
Registro en el Ministerio de Educación	1 semana	Secretaría General

Para la aprobación del Plan de Estudios se inicia con que se elige una comisión de Docentes conocedores del tema, que trabajaran en la elaboración, iniciando con enviarlo a la Unidad de Desarrollo Curricular, la cual es la encargada de la revisión de los planes de estudio de toda la universidad, al hacer las revisiones correspondientes elabora un dictamen técnico favorable.

Al obtener el dictamen técnico, la Gestora Administrativa Académica, solicita a Junta Directiva de la Facultad el trámite de aprobación con el Consejo Superior Universitario, luego lo traslada a la Comisión Académica del Consejo para su Visto Bueno, se devuelve al Consejo Superior Universitario para que siga su tramite.

El Consejo Superior Universitario aprueba el Plan de Estudios, la Secretaría General se encargar finalmente de distribuir las copias a las unidades correspondientes y registrar oficialmente en el Ministerio de Educación.

Implementación del Programa de Maestría

La implementación del programa de maestría es el proceso mediante el cual se ponen en marcha las actividades necesarias para iniciar el funcionamiento del programa académico, asegurando que todos los elementos administrativos, académicos y operativos estén alineados para ofrecer una formación de calidad.

El trámite para la Implementación del Programa de Maestría se describe en la tabla 26, se enfoca en los preparativos y el lanzamiento del programa una vez aprobado, Inicia con la solicitud de convocatoria, seguida de la promoción y recepción de aplicaciones, la selección de candidatos, y el proceso de inscripción; tras la matriculación de los maestrandos, se lleva a cabo una evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje y, finalmente, una evaluación global de la maestría para asegurar su calidad.

Esta fase está diseñada para completarse en aproximadamente 38 semanas, involucrando diferentes actores, desde el equipo administrativo hasta los maestrandos y el cuerpo docente.

Tramite Implementación Programa de Maestría

Actividad	Tiempo Estimado	Responsable
Petición a Junta Directiva Convocatoria	1 semana	Coordinador de Operaciones
Lanzamiento de Promoción	1 semana	Gestor de Monitoreo
Promoción por redes sociales	8 semanas	Gestor de Monitoreo
Petición de Carpeta Informativa	8 semanas	Gestor de Monitoreo
Recepción de Aplicaciones y de la Documentación Requerida	8 semanas	Coordinador del Programa
Periodo de Entrevistas a Aspirantes	6 semanas	Coordinador del Programa
Evaluación del proceso de selección	1 semana	Coordinador del Programa
Notificación a los aspirantes del resultado	1 semana	Coordinador de Operaciones
Registro oficial al programa	2 semanas	Maestrandos y Gestora Administrativa
Pago de Matrícula y Cuota 1 del año 1	3 semanas	Maestrandos
Inscripción de Asignaturas	1 semana	Gestora Administrativa

Evaluación del Proceso Enseñanza Aprendizaje	1 semana	Gestor de Monitoreo
Evaluación Global de la Maestría	4 semanas	Docentes, Maestrandos y Autoridades de la Facultad

Inversión

El artículo 61 del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de El Salvador establece las fuentes principales de financiamiento de la Maestría; los aranceles serán propuestos por la Comisión Académica de la Maestría serán revisados y modificados, de ser necesario, anualmente. Para el presente documento, se muestra a continuación la propuesta de aranceles de la Maestría según el siguiente cuadro:

Propuesta de la inversión para el Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando Sistema BIM

Proceso	Cantidad	Valor	Total
Matricula por año	2	200	USD \$ 400.00
Cuotas mensuales	20	200	USD \$ 4,000.00
Mes adicional de trabajo de graduación *	1	50	**

* El costo de asesoría adicional del trabajo de graduación será por mes adicional y tendrá efecto luego de que el maestrante, después de 12 meses de haber iniciado su proceso de tesis, necesite tiempo adicional para la finalización del mismo. El cobro de este arancel no excederá de los 10 meses.

La inversión para cursar el programa de maestría es de \$4,400.00; ésta incluye matrículas y las cuotas correspondientes a cada año académico, este costo será revisado en cada edición y no incluye gastos de graduación.

- Se exonerará del pago de la matrícula del año académico 1 a todos aquellos aplicantes seleccionados que decidan inscribirse en este programa y que hayan cursado y aprobado satisfactoriamente el Diplomado en BIM, impartido por la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y que comprueben este hecho.

Recursos Necesarios para la Implementación del Programa de Maestría

Recursos Disponibles

Los recursos para la realización del programa de maestría son aquellos útiles para el desarrollo de la misma, están divididos en infraestructura, humanos, económicos y aranceles.

Entre los recursos que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura pone a disposición para el desarrollo de la Maestría Tecnología de la Construcción Utilizando el Sistema BIM, están los siguientes:

A. Infraestructura y recursos varios

Son los que proporcionan un espacio funcional y cómodo para realizar todas las actividades inherentes al programa, los recursos en este rubro son:

- a. Entorno virtual de aprendizaje
- b. Recursos audiovisuales.
- c. Recursos informáticos.
- d. Puntos de acceso a la Internet.
- e. Aulas y acceso a laboratorios según sea requerido
- f. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
- g. Servicios básicos (Agua, energía eléctrica, comunicaciones)
- h. Servicios de reproducción de documentos, materiales de oficina, papelería.
- i. Transporte para la realización de visitas técnicas en el interior del país
- j. Servicios secretariales.

B. Humanos

El Personal Académico

Docentes

Son los profesionales especializados en las temáticas a desarrollar en el plan de estudio. Éstos estarán a cargo de impartir las asignaturas, así como la asesoría de los trabajos de graduación o tesis.

La documentación requerida para formar parte del personal docente es:

- Curriculum Vitae
- Título profesional, con el grado de Maestro como mínimo. Original y copia.
- Documento Único de Identidad Personal vigente y Número de Identificación Tributaria. Original y copia al 150%.
- Acreditación de experiencia en las áreas en las que impartirá sus conocimientos.
- Acreditación de conocimientos sobre docencia en modalidad semipresencial, principalmente a través de entornos virtuales de aprendizaje.

El Personal Administrativo

Es uno de los componentes más importantes para garantizar la calidad académica, dentro de estos se tienen:

- a) El Personal Administrativo de la Escuela de Posgrado
Atenderá las labores de gestión, servicios y apoyo a las actividades académicas
- b) Coordinador del Programa
Encargado de dirigir, administrar todas las actividades académicas del programa de Maestría, será asignado y propuesto ante Junta Directiva para su contratación por el director de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- c) Jefes de Laboratorios y Técnicos
Personal destinado a la organización y funcionamiento de los laboratorios de computo
- d) Ordenanzas
Responsables del mantenimiento, aseo, traslado de correspondencia interna, transporte del equipo y material de apoyo del personal docente y administrativo en el desarrollo de actividades correspondientes al programa de maestría.

Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador

La Facultad de Ingeniería cuenta con cuatro laboratorios ubicados en el primer nivel del edificio administrativo, los cuales están destinados a la realización de prácticas académicas y se distribuyen de la siguiente manera:

- Un laboratorio con capacidad para 25 estudiantes
- Dos laboratorios laterales, cada uno con capacidad para 15 estudiantes; y
- Un laboratorio adicional, con capacidad para 20 estudiantes.

Estos espacios están equipados con programas esenciales para el desarrollo de competencias técnicas, tales como AutoCAD, Revit y SketchUp. Para optimizar el uso de estos recursos y solventar temas de licencias, se utilizan cuentas institucionales para poder obtener licencias estudiantiles.

Características del equipo instalado actualmente

- Sistema Operativo Windows 10 de 64 bits
- Procesados Intel Core I7-4790 CPU@3.60 GHz, procesador de cuarta generación
- Memoria RAM 16 GB
- Resolución de pantalla 1920 x 1080
- Tamaño de Disco Duro 1 TB disco mecánico
- Navegadores instalados: Chrome, Firefox y Microsoft Edge.
- Todas las computadoras de los infocentros se encuentran conectadas al servicio de internet.

Actualmente, estos laboratorios son utilizados por estudiantes de pregrado de las carreras de Arquitectura, Ingeniería Civil e Ingeniería de Sistemas Informáticos, además de ponerse a disposición para prácticas de estudiantes de maestría y para otras escuelas dentro de la facultad, también se está instalando un nuevo laboratorio en el edificio que anteriormente albergaba la Escuela de Arquitectura, el cual tendrá capacidad para 35 a 40 estaciones de trabajo, permitiendo una mayor flexibilidad y acceso a recursos tecnológicos de última generación.

Para la implementación de la Maestría en Tecnología de la Construcción Utilizando sistema BIM, que se impartirá de forma semipresencial, se requerirá que los maestrandos cuenten con equipo adecuado para su formación, lo cual se detallará en la carpeta informativa.

Las clases estarán a cargo de docentes nacionales e internacionales, quienes también dispondrán del equipo necesario para asegurar una enseñanza de calidad.

Recursos Necesarios adicionales para la Implementación

1. Infraestructura Adicional:

- Ampliar las capacidades de los laboratorios existentes para alojar estudiantes en modalidad presencial.
- Adquisición de equipos tecnológicos actualizados según las necesidades.

2. Software y Licencias:

- Adquirir licencias de software BIM y un servidor
- Actualizaciones de software para garantizar compatibilidad y funcionalidad.

3. Capacitación Docente:

- Inversiones en certificaciones BIM reconocidas internacionalmente para los docentes.

4. Alianzas Estratégicas:

- Establecer convenios con empresas privadas y públicas para prácticas y proyectos colaborativos.
- Vinculación con asociaciones como el BID y CASALCO para apoyo logístico y financiamiento.

Plan de Marketing y Promoción

1. Audiencia Objetivo:

- Graduados de arquitectura e ingeniería civil interesados en especialización tecnológica.
- Profesionales activos en el sector construcción.

2. Estrategias de Difusión:

- Campañas digitales en redes sociales y plataformas profesionales.
- Charlas informativas en asociaciones de arquitectos e ingenieros.

3. Apoyo Financiero:

- Convenios con empresas para becas parciales.

- Opciones de financiamiento y facilidades de pago.

La implementación de un laboratorio BIM es esencial para garantizar el éxito del programa de Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM, ya que este espacio proporcionará a los estudiantes el entorno necesario para adquirir competencias avanzadas en tecnologías de modelado y colaboración digital, pilares fundamentales del enfoque BIM.

Para establecer un laboratorio BIM eficiente, es fundamental seleccionar equipos de alto rendimiento que soporten las exigencias del mercado y la colaboración de proyectos de construcción.

A continuación, se detallan las características técnicas recomendadas para los equipos de un laboratorio BIM con 25 estaciones de trabajo, enfocadas en cumplir con los requisitos para software de diseño y modelado avanzado:

Equipos para Laboratorio BIM, Especificaciones Recomendadas

Componente	Especificaciones Recomendadas	Justificación	Costo Aproximado (USD)
Procesador (CPU)	Intel Core i7/i9 (10 ^a generación o superior) o AMD Ryzen 7/9 (5000 series o superior)	Procesadores de alto rendimiento necesarios para manejar el procesamiento gráfico y cálculos de renderizado.	\$400-\$600
Memoria RAM	32 GB DDR4	BIM y modelado 3D requieren gran cantidad de memoria para manejar proyectos complejos sin ralentización.	\$150-\$200
Tarjeta Gráfica (GPU)	NVIDIA Quadro RTX 4000 o superior / NVIDIA GeForce RTX 3070 o superior	GPUs profesionales para gráficos avanzados, necesarias para el modelado 3D y visualización de proyectos BIM.	\$600-\$800
Almacenamiento (Disco Duro)	SSD NVMe de 1 TB	Unidades SSD rápidas reducen los tiempos de	\$120-\$180

		carga y mejoran la velocidad general de procesamiento de datos.	
Monitor	27 pulgadas, resolución 4K	Resolución alta permite visualizar detalles precisos en modelos y planos BIM.	\$300-\$500
Sistema Operativo	Windows 10 Pro / Windows 11 Pro	Compatible con la mayoría de software BIM y garantiza seguridad y administración en un entorno de red.	\$140-\$200
Periféricos	Teclado y ratón ergonómicos	Mejora la ergonomía y la comodidad en el trabajo prolongado.	\$50-\$100
UPS (Suministro Ininterrumpido de Energía)	Capacidad de 1000 VA por cada 5 estaciones	Previene la pérdida de datos y daños en el equipo durante cortes de energía.	\$150-\$250
Conectividad	Ethernet Gigabit	Conexión rápida y estable para trabajo en red y uso de servidor compartido.	Incluido en la base

Costo Total Estimado por Estación de Trabajo: \$1,910-\$2,830

Los precios indicados son estimaciones basadas en el mercado del El Salvador y pueden variar según el proveedor y las condiciones del mercado. Se recomienda solicitar cotizaciones actualizadas a proveedores locales para obtener precios precisos y considerar posibles descuentos por compras al mayor.

- **Servidor Central para el Laboratorio**

El servidor central es un componente crítico para el funcionamiento eficiente y colaborativo del laboratorio BIM, su implementación asegura que las estaciones de trabajo puedan operar de manera integrada y eficaz, optimizando el desempeño general del laboratorio. A continuación, se detallan las especificaciones recomendadas y las razones que justifican cada uno de sus componentes para que sean consideradas por las autoridades de la facultad:

Servidor Central para Laboratorio BIM, Especificaciones Recomendadas

Componente	Especificaciones Recomendadas	Justificación	Costo Aproximado (USD)
Procesador (CPU)	Intel Xeon E5 (2 CPUs) o AMD EPYC equivalente	Necesario para manejar múltiples conexiones simultáneas y alta carga de trabajo en red.	\$1,200-\$1,800
Memoria RAM	64 GB DDR4 (expandible)	Suficiente para gestionar múltiples proyectos y bases de datos pesados.	\$300-\$500
Almacenamiento	2 TB SSD NVMe + 10 TB HDD en configuración RAID	SSD para velocidad y HDD para almacenamiento seguro y capacidad masiva.	\$600-\$1,000
Sistema Operativo	Windows Server 2019/2022	Compatible con la mayoría de las aplicaciones de servidor para BIM y permite gestión y control centralizados.	\$500-\$800
Tarjeta de Red	Ethernet 10 Gigabit	Garantiza velocidad en la transferencia de archivos pesados entre estaciones y servidor.	\$200-\$400
Software de Seguridad y Backup	Software de backup automático y antivirus para servidor	Asegura la integridad de los datos y facilita la recuperación en caso de fallos.	\$300-\$500

Costo Total Estimado del Servidor Central: \$3,100-\$5,000

Estas especificaciones aseguran un rendimiento óptimo en el manejo de proyectos de construcción mediante BIM, proporcionando potencia de procesamiento, gráficos de alta calidad, y conectividad para un entorno colaborativo eficiente.

CONCLUSIONES

La propuesta de la Maestría en Tecnología de la Construcción utilizando Sistema BIM representa un paso crucial para responder a las demandas actuales del sector construcción en El Salvador y la región; ya que los resultados del diagnóstico revelan una creciente necesidad de profesionales capacitados en esta metodología, con competencias técnicas avanzadas y habilidades estratégicas para liderar proyectos complejos en un entorno cada vez más digitalizado. A pesar del incipiente nivel de adopción del BIM en el país, su implementación ya está siendo promovida por organismos internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y respaldada por empresas locales, lo que subraya la pertinencia y relevancia de esta maestría.

El estudio evidenció un alto interés entre profesionales del sector de Arquitectura e Ingeniería Civil por especializarse en BIM, particularmente en modalidades semipresenciales que ofrecen flexibilidad para quienes ya están activos en el mercado laboral; además, la investigación destaca que la implementación de BIM puede generar beneficios significativos para el sector, como la mejora en la calidad de los proyectos, la optimización de costos y tiempos, y el fortalecimiento de la colaboración entre disciplinas. Sin embargo, también se identificaron desafíos importantes, como la necesidad de inversión en infraestructura tecnológica y capacitación docente, así como la promoción de una cultura de innovación en el ámbito académico y profesional.

En términos institucionales, la Universidad de El Salvador cuenta con una sólida base para implementar este programa, incluyendo recursos humanos capacitados, infraestructura básica y un marco regulatorio favorable; no obstante, es necesario fortalecer alianzas estratégicas con empresas y organismos internacionales para garantizar el éxito del programa y su sostenibilidad a largo plazo.

RECOMENDACIONES

1. Asegurar una implementación eficiente

- Realizar una planificación detallada que contemple la adquisición de licencias de software BIM, la actualización de equipos tecnológicos y la adecuación de los laboratorios existentes para atender a las necesidades del programa.
- Diseñar un programa de formación continua para docentes que permita garantizar un alto nivel académico y técnico en la enseñanza de BIM.

2. Fomentar alianzas estratégicas

- Establecer convenios con empresas del sector construcción, asociaciones profesionales y organismos internacionales para garantizar el acceso a recursos financieros, tecnológicos y humanos que fortalezcan la calidad del programa.
- Participar en redes internacionales de BIM para intercambiar experiencias y buenas prácticas, promoviendo una perspectiva global en la formación de los estudiantes.

3. Promover la difusión del programa

- Diseñar e implementar una estrategia de comunicación efectiva que resalte los beneficios de la maestría, enfocándose en su capacidad para mejorar la competitividad profesional y atender las demandas del mercado laboral.
- Realizar actividades de divulgación, como seminarios y talleres introductorios, dirigidos a potenciales estudiantes y empleadores para aumentar la visibilidad del programa.

4. Garantizar la sostenibilidad del programa

- Realizar evaluaciones periódicas que permitan monitorear la calidad de la enseñanza y el impacto del programa en el sector profesional, incorporando ajustes necesarios basados en retroalimentación de estudiantes y empleadores.

- Buscar fuentes de financiamiento adicional, como becas y subsidios, para facilitar el acceso al programa a profesionales talentosos con recursos económicos limitados.

5. Fortalecer la proyección institucional

- Aprovechar la implementación de la maestría para posicionar a la Universidad de El Salvador como un referente en educación avanzada en tecnología y construcción, tanto a nivel nacional como regional.
- Integrar el programa como un eje estratégico en la visión de desarrollo de la universidad, vinculándolo con proyectos de investigación aplicada y extensión social.

Estas recomendaciones buscan garantizar no solo la viabilidad y éxito de la maestría en BIM, sino también su contribución al desarrollo sostenible del sector construcción en El Salvador, fortaleciendo la capacidad del país para enfrentar los desafíos de un mercado globalizado y tecnológicamente avanzado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade Carrillo, G., & Peralta Ramírez, M. (Agosto de 2021). Modelo de Gestión de Proyectos Aplicando la Metodología de Información de Construcción (Building Information Modeling: BIM) En El Salvador. El Salvador.
- Asamblea Legislativa. (29 de Julio de 1983). <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/69A06B07-4F30-4F0E-8FB1-D664A3E6D8CC.pdf>. Obtenido de <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/69A06B07-4F30-4F0E-8FB1-D664A3E6D8CC.pdf>
- Autodesk. (2024). <https://www.autodesk.com/es/solutions/bim/benefits-of-bim#how-do-teams-collaborate-on-bim>. Obtenido de <https://www.autodesk.com/es/solutions/bim/benefits-of-bim#how-do-teams-collaborate-on-bim>
- Banco Central de Reserva . (2023). <https://www.bcr.gob.sv>. Obtenido de <https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/f548ea14af3b0b878621d6ce1e5893bc.pdf>
- BIM, A. (29 de Abril de 2024). *Alianza BIM*. Obtenido de <https://alianzabim.com/blog/implementacion-bim-latinoamerica/>
- Dalaison, W., del Barrio, J., Henriquez, P., Lacaze, L., & Tala, N. (7 de Diciembre de 2022). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/el-salvador-avanza-en-el-uso-de-bim/>
- European Education Área. (Diciembre de 2024). *European Education Área*. Obtenido de <https://education.ec.europa.eu/es/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/european-credit-transfer-and-accumulation-system>
- Hernández Sampieri, Fernandez Collado & Baptista Lucio. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Colombia: Mc GRAW-HILL.
- ISO-INFO.net. (s.f.). <https://iso-info.net>. Obtenido de <https://iso-info.net/iso-19650/>
- Lacaze, L. (2022). *Wiggot*. Obtenido de <https://wiggot.com/archivos/sistema-bim-como-funciona-para-que-sirve/>
- Ministerio de Educacion. (8 de Diciembre de 2020). <https://www.mined.gob.sv/download/reglamento-de-educacion-no-presencial-2012/>. Obtenido de <https://www.mined.gob.sv/download/reglamento-de-educacion-no-presencial-2012/>
- Montes, P. E. (8 de marzo de 2021). <https://www.echeverrimontes.com/blog/cuales-son-las-mejores-herramientas-de-software-bim>. Obtenido de <https://www.echeverrimontes.com/blog/cuales-son-las-mejores-herramientas-de-software-bim>
- NormasISO.org. (Junio de 2024). <https://normasiso.org/norma-iso-19650/>. Obtenido de <https://normasiso.org/edificacion-y-construccion/>

- Picó, E. C. (2008). *Introducción a la Tecnología BIM*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Rojas Pizarro, Wragg Larco. (2018). <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%c3%ada-BIM-en-la-planificaci%c3%b3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Obtenido de
- Soto, C., Manriquez, S., Tala, N., Suaznabar, C., & Henriquez, P. (2022). *Guía para la implementación de Building Information Modelling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Transporte, M. d. (23 de Marzo de 2023). *Ministerio de Obras Públicas y de Transporte*. Obtenido de <https://www.mop.gob.sv/mopt-participa-en-taller-para-la-implementacion-del-bim-en-la-institucion/>
- Universidad de El Salvador. (25 de Mayo de 1999). <http://www.jurisprudencia.ues.edu.sv/academica/documentos/legislacion/Ley-Organica-de-la-UES.pdf>. Obtenido de <http://www.jurisprudencia.ues.edu.sv/academica/documentos/legislacion/Ley-Organica-de-la-UES.pdf>
- Universidad de El Salvador. (25 de Mayo de 2001). *Secretaría General de la Universidad de El Salvador*. Obtenido de http://secretariageneral.ues.edu.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1:leyes&download=2:leyorganica&Itemid=119
- Universidad de El Salvador. (27 de Agosto de 2010). *Secretaria General de la Universidad de El Salvador*. Obtenido de http://secretariageneral.ues.edu.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1:leyes&download=135:postgrados&Itemid=119
- Zaman, H. U. (2013). *BIM and Construction Management*.