



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS APLICANDO
LA METODOLOGÍA BIM, TARAPOTO 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES : BACH. VICTOR RAUL CAMPOVERDE FLORES
BACH. LEVI SALAS SAAVEDRA**

ASESOR : ING. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.Sc.

Tarapoto – San Martín - Perú

2022

DEDICATORIA

A mi querida madre, ZADITH FLORES VASQUEZ por su incondicional apoyo, gracias por creer en mí. Que DIOS cuide y proteja siempre, a mi padre JUAN CAMPOVERDE OBLITAS, que desde el cielo me cuida y protege.

Con todo mi amor y cariño para las personas que incondicionalmente estuvieron apoyándome emocionalmente, dándome esa motivación cuando sentía que todo se me venía encima, de todo corazón por siempre mi agradecimiento.

A tu comprensión y paciencia, tu tiempo y desvelo para que poder cumplir este sueño que iniciamos juntos.

Victor Raul Campoverde Flores

A mi madre Alicia Saavedra Arévalo; a ti que me has conducido por la vida con amor y paciencia, hoy ves forjado un anhelo, una ilusión y un deseo.

Gracias; por enseñarme lo que has recogido a tu paso por la vida, por compartir mis horas grises, momentos felices, ambiciones, sueños e inquietudes.

Gracias; por ayudarme a salir adelante en la adversidad, por hacer de mi lo que hoy soy, gente de provecho, de grandes ideales y de noble corazón.

No te defraudaré, te haré sentir orgulloso y veras que todos tus sacrificios y tragos amargos hoy son suave miel y podrás decir con la frente muy alta, ese es mi hijo. Para ti Querida Madre. Gracias.

Que Dios te bendiga y te guarde para siempre.

Levi Salas Saavedra

AGRADECIMIENTO

A mi Dios todo poderoso por brindarme la salud, la sabiduría y la oportunidad de conseguir esta meta.

Agradezco de todo corazón a ERICKA PAOLA CAMPOVERDE FLORES Y JULIO CAMPOVERDE PEÑA, dos de mis hermanos que siempre han estado en mis peores momentos y nunca dejaron de creer en mí.

A mi ilustre alma mater UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ, por darme la posibilidad de egresar, me siento orgulloso de egresar de esta casa de estudio. A mi asesor por su valiosa colaboración, a mis docentes por inculcar sus enseñanzas, Dios les pague a todas aquellas personas que hicieron esto posible.

Victor Raul Campoverde Flores

A mi madre que con amor, cariño y comprensión les agradezco por apoyarme en el transcurso de mi carrera y siempre estar conmigo en los problemas que surgieron en la vida.

A mi asesor Ing. Víctor Eduardo Samamé zAtta, M.Sc. por su apoyo físico e intelectual en la elaboración de la presente tesis, así como sus consejos y sugerencias.

Levi Salas Saavedra

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 887-2021-UCP-FCEI del 03 de diciembre de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Victor Eduardo Samamé Zatta, M.Sc.

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 10 de noviembre del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM, TARAPOTO 2021"**.

Presentado por los sustentantes:

VICTOR RAUL CAMPOVERDE FLORES Y LEVI SALAS SAAVEDRA


Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**


El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE QUINCE)**

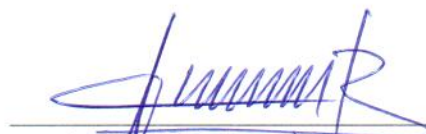
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC.
Presidente



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc.
Miembro




Ing. Caleb Ríos Vargas, M.Sc.
Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

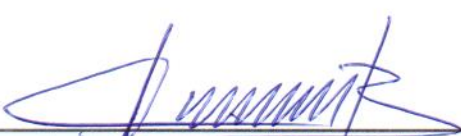
Tesis sustentada en acto público el día 10 de noviembre del 2022, a las 20:00 horas



Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc.
Presidente del Jurado Evaluador



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, M.Sc.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. CALEB RIOS VARGAS, M.Sc.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.Sc.
Asesor

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

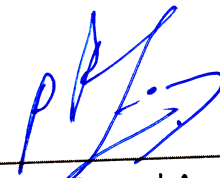
La Tesis titulada:

**“CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS APLICANDO LA METODOLOGÍA
BIM, TARAPOTO 2021”**

De los alumnos: **VICTOR RAUL CAMPOVERDE FLORES Y LEVI SALAS SAAVEDRA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 27 de Octubre del 2022.








Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍA CIVIL_2022_TESIS_VICTORCAMPOVERDE _LEVISALAS_V1.pdf (D147829283)
Submitted	10/27/2022 5:41:00 PM
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	8%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://docplayer.es/196950821-Universidad-nacional-mayor-de-san-marcos-universidad-del-peru-decana-de-america.html Fetched: 11/22/2021 5:12:27 PM		1
W	URL: https://1library.co/document/zx5vjgvq-aplicacion-metodologia-mejoramiento-educativos-nacional-agropecuario-biling%C3%BCe-incompatibilidades.html Fetched: 7/2/2022 4:18:50 AM		1
W	URL: http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5508/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1 Fetched: 12/18/2021 4:45:21 PM		12
SA	EF_TESIS 2_NICOLAS FERNANDO SAAVEDRA CURACA.docx Document EF_TESIS 2_NICOLAS FERNANDO SAAVEDRA CURACA.docx (D141918446)		1
SA	EF_TallerdeTesis2_ObregonChinguelEderManuel (1).docx Document EF_TallerdeTesis2_ObregonChinguelEderManuel (1).docx (D110396046)		1

Entire Document

pág. 1 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL TESIS "CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM, TARAPOTO 2021" PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL AUTORES : BACH. VICTOR RAUL CAMPOVERDE FLORES BACH. LEVI SALAS SAAVEDRA ASESOR : ING. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.Sc. Tarapoto – San Martín - Perú 2022

pág. 2 DEDICATORIA A mi querida madre, ZADITH FLORES VASQUEZ por su incondicional apoyo, gracias por creer en mí. Que DIOS cuide y proteja siempre, a mi padre JUAN CAMPOVERDE OBLITAS, que desde el cielo me cuida y protege. Con todo mi amor y cariño para las personas que incondicionalmente estuvieron apoyándome emocionalmente, dándome esa motivación cuando sentía que todo se me venía encima, de todo corazón por siempre mi agradecimiento. A tu comprensión y paciencia, tu tiempo y desvelo para que poder cumplir este sueño que iniciamos juntos. Victor Raul Campoverde Flores A mi madre Alicia Saavedra Arévalo; a ti que me has conducido por la vida con amor y paciencia, hoy ves forjado un anhelo, una ilusión y un deseo. Gracias; por enseñarme lo que has recogido a tu paso por la vida, por compartir mis horas grises, momentos felices, ambiciones, sueños e inquietudes. Gracias; por ayudarme a salir adelante en la adversidad, por hacer de mi lo que hoy soy, gente de provecho, de grandes ideales y de noble corazón. No te defraudaré, te haré sentir orgulloso y veras que todos tus sacrificios y tragos amargos hoy son suave miel y podrás decir con la frente muy alta, ese es mi hijo. Para ti Querida Madre. Gracias. Que Dios te bendiga y te guarde para siempre. Levi Salas Saavedra

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
HOJA DE APROBACIÓN	4
ÍNDICE DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	12
1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	12
1.1.1 Ámbito Internacional.....	12
1.1.2 Ámbito Nacional	14
1.1.3 Ámbito Local.....	17
1.2 BASES TEÓRICAS	21
1.2.1 Historia del BIM	21
1.2.2 Que es la Metodología BIM	22
1.2.3 Metodología BIM	23
1.2.4 Las Dimensiones BIM y sus Niveles de Desarrollo	24
1.2.5 Niveles de desarrollo del BIM	27
1.2.6 Aplicación de BIM en el Perú.....	30
1.2.7 Beneficios de la Aplicación	31
1.2.8 En qué diferencia el CAD y el BIM.....	35
1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	37
1.3.1 Metodología Bim.....	37
1.3.2 Metodología Tradicional	37
1.3.3 Costo de Obra	37
1.3.4 Plazo de Ejecución	38
1.3.5 Tiempo y ejecución en Obra	38
1.3.6 Rendimiento de Mano de Obra.....	38
1.3.7 Productividad en Obra.....	38

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	39
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	39
2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	42
2.2.1. Problema General	42
2.2.2. Problemas Específicos	42
2.3. OBJETIVOS	43
2.3.1. Objetivo General.....	43
2.3.2. Objetivos Específicos.	43
2.4. HIPÓTESIS	43
2.4.1. Hipótesis General	43
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	43
2.5. VARIABLES.....	44
2.5.1. Identificación de variables.....	44
2.5.2. Definición conceptual y operación de variables	44
2.5.3. Operacionalización de las variables.....	45
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	46
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	48
CAPITULO IV: RESULTADOS	49
4.1. RESULTADOS.....	49
4.1.1. Resultados BIM	49
4.1.2. Comportamiento frente a la Metodología BIM.....	51
4.2. PROBLEMAS DURANTE LA IMPLEMENTACION BIM EN UNA ORGANIZACIÓN.....	54
4.2.1. Liderazgo débil	54
4.2.2. Carencia de Comunicación.....	54
4.2.3. Resistencia al cambio.....	55
4.2.4. Alto coste en la implantación BIM.....	55
4.2.5. Convivencia con sistemas no BIM	56
4.3. RELACION ENTRE TIEMPO, EJECUCION Y COSTO DE UNA OBRA.....	57

4.3.1.	Proceso Constructivo Tradicional	57
4.3.2.	Metodología BIM en la ejecución de la obra	60
4.3.3.	Manual de ejecución de obra con base en el BIM.....	69
4.3.4.	Componentes de la Metodología BIM.....	69
4.3.5.	Servicios en Fase de inicio de Proyectos.....	69
4.3.6.	Servicios en Fase de Planeación de Proyectos	70
4.3.7.	Servicios en Fase de Seguimiento y control de Proyectos.....	71
4.3.8.	Servicios en Fase de Cierre y Puesta en Marcha de Proyectos.....	72
4.3.9.	Comparativo metodologías tradicionales y metodología BIM.....	73
4.3.10.	Metodología CAD	73
4.3.11.	Metodología BIM	74
4.3.12.	Elementos de transición de Metodologías	75
4.4.	DISEÑO DEL MANUAL DE EJECUCION DE OBRA CON METODOLOGIA BIM	77
4.4.1.	Partes del manual.....	77
4.4.2.	Etapas del manual.....	78
4.4.3.	Concepción BIM para los peruanos	83
4.4.4.	Percepciones sobre BIM en la industria y contextos peruanos	83
4.5.	EXPLICAR LAS INCOMPATIBILIDADES DE LOS PROYECTOS QUE NO SON EJECUTADOS, APLICANDO METODOLOGIA BIM.....	84
CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		92
5.1.	DISCUSION.....	92
5.2.	CONCLUSIONES.....	97
5.3.	RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		99
ANEXOS		101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	45
Tabla 2. Técnicas de Instrumentos.....	48
Tabla 3. Metodología BIM.....	49
Tabla 4. Significado Metodología BIM	50
Tabla 5. Procesos Constructivos	50
Tabla 6. Capacitación de los Profesionales Metodología BIM.....	51
Tabla 7. Recomendación de la Metodología BIM	51
Tabla 8. Implementación de la Metodología BIM Perú	52
Tabla 9. Metodología BIM como nueva Alternativa.....	52
Tabla 10. Metodología BIM.....	53
Tabla 11. Porcentaje de uso de la Metodología Bim	53
Tabla 12. Problemas al Implementar BIM.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Simulación BIM 4d del Proceso Constructivo.	26
Figura 2. Niveles de desarrollo Bim.	29
Figura 3. Detención de Interferencias en el Bim.	32
Figura 4. Mejorar Compresión del Proyecto.....	33
Figura 5. Planificación Procesos Constructivos.	34
Figura 6. Pasos para el diseño Método Tradicional.	57
Figura 7. Elementos de la ejecución de Obra que presenta problemas.....	60
Figura 8. Características de un modelo Paramétrico.	61
Figura 9. Ciclo de vida de un proyecto Bim.....	62
Figura 10. Dimensiones Bim.	63
Figura 11. Equipo Bim.....	65
Figura 12. Fases del proceso constructivo desde el Bim	66
Figura 13. Dificultades al trabajar con el Bim	67
Figura 14. Servicios del Bim Aplicables en la Ejecución	68
Figura 15. Fase inicial de proyectos Bim	70
Figura 16. Servicios en fase de Planificación.....	71
Figura 17. Fase de Seguimiento y control.....	71
Figura 18. Servicios en fase de Cierre e Inicio de Proyectos	72
Figura 19. Metodología CAD, Ejecución y Tiempo	73
Figura 20. Metodología BIM, Ejecución y Tiempo.....	75
Figura 21. Interoperabilidad en Procesos Bim	76
Figura 22. Transición metodología tradicional a metodología Bim.....	76
Figura 23. Contenido del manual de ejecución de obra	78
Figura 24. Clasificación de cantidades de Obra.....	79
Figura 25. Etapas de la ejecución de Obra	82
Figura 26. Actividades metodología Bim en la ejecución de Obra	82
Figura 27. Concepto Bim	83
Figura 28. Percepciones sobre el Bim	84

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en el control de la Productividad en obras Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) el uso de la tecnología para desarrollar diferentes trabajos, actividades y procesos es más recurrente. El BIM ha surgido como una metodología que permite modelar en tres dimensiones y gestionar un proyecto con la finalidad de optimizar los procesos.

En el Perú, la implementación de la metodología BIM ha sido de menor a mayor escala. Se comenzó a usar para realizar modelos en tres dimensiones para presentaciones de venta. Posteriormente, se vio el potencial y se comenzó a realizar los recorridos en la etapa de planificación para la elaboración de la ingeniería y en la etapa de ejecución para poder entender los procedimientos constructivos en función de cómo quedaría terminado. Hoy en día se usa para poder gestionar proyectos en etapas tempranas y para poder controlar la obra.

Los reportes asociados a cada propiedad del elemento simplifican múltiples trabajos. Razón que, permiten ahorrar tiempo en la ejecución de diversas tareas, actividades y procesos. La metodología BIM es algo novedoso que ha empezado a desarrollarse a detalle y en conjunto nuevas herramientas genera múltiples oportunidades de mejora.

El presente trabajo de investigación ha desarrollado la aplicación de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos. La aplicación de la metodología comienza con un fin netamente para el uso de verificación en obra del diseño y los procesos constructivos.

PALABRA CLAVE:

Metodología Bim, Método Tradicional, Costo de Obra, Tiempo y Ejecución de Obra, Productividad.

ABSTRACT

This research is focused on the control of Productivity in works Applying the Bim Methodology, the use of technology to develop different jobs, activities and processes is more recurrent. BIM (Building Information Modeling) has emerged as a methodology that allows modeling in three dimensions and managing a project in order to optimize processes.

In Peru, the implementation of the BIM methodology has been from smaller to larger scale. It began to be used to make three-dimensional models for sales presentations. Subsequently, the potential was seen and the tours began in the planning stage for the development of the engineering and in the execution stage in order to understand the construction procedures based on how it would be finished. Nowadays it is used to be able to manage projects in early stages and to be able to control the work.

Reports associated with each element property simplify multiple jobs. Reason that, allow to save time in the execution of diverse tasks, activities and processes. The BIM methodology is something new that has begun to be developed in detail and as a whole new tools generate multiple opportunities for improvement.

This research work has developed the application of the BIM methodology for the planning and control stage of the work under guidelines. The application of the methodology begins with a clear purpose for the use of on-site verification of the design and construction processes.

KEYWORD:

Bim Methodology, Traditional Method, Cost of Work, Time and Execution of Work, Productivity.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el presente se menciona algunos trabajos de investigación realizados por diferentes autores, pero además que también guarda una relación con los objetivos del estudio que se aborda.

1.1.1 Ámbito Internacional

GIRALDO AGUIRRE, Juan David. En su trabajo de investigación titulado: Propuesta para la Implementación de la Metodología Bim en el desarrollo de Nuevos Proyectos de Infraestructura en la Policía Nacional de Colombia. (Tesis Posgrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá 2019, Llego a las siguientes conclusiones.

- El propósito de esta investigación fue elaborar una propuesta a una organización del sector público en Colombia, para implementar BIM en la gestión de la nueva infraestructura necesaria para el desempeño de sus actividades propias, para lo cual se adelantó una revisión de literatura encaminada a conocer las herramientas más convenientes para lograr dicha implementación, estructurando el plan correspondiente, evaluando diversos aspectos financieros, el potencial retorno de la inversión y revisando la alineación estratégica con las políticas públicas, para la presentación de la propuesta a la organización.
- La posible implementación BIM, tomaría cerca de 30 meses, con un costo estimado de \$3,010 millones (COP). Se esperaría que los beneficios, partiendo de algunos supuestos en cuanto a ahorros en costos de ejecución de proyectos, se vieran reflejados a partir del quinto año de implementación. Para un

escenario probable de retorno de la inversión, se esperaría un valor cercano al 21.2%, lo cual se traduce en \$938 millones (COP) de beneficio por año. Realizando una estimación con respecto a proyectos ejecutados, evaluando el potencial impacto de posibles adiciones, presupuestales, se estimó un valor mínimo de 3.58% de adición al contrato inicial. Asumiendo un VPN igual a cero en el quinto año con la implementación, se requería realizar alcanzar el 40.85% de ese beneficio mínimo, lo que indica que es factible para la organización, solo planteando ahorros de una fracción de las potenciales adiciones presupuestales, alcanzar algún beneficio, sin olvidar que existen otros beneficios a los cuales es viable acceder.

- Finalmente, con respecto al supuesto que la organización se encuentra en capacidad de adoptar la metodología BIM para la gestión de los nuevos proyectos de infraestructura, se determina que es válida por cuanto se cuenta con una infraestructura básica para la implementación y con la adaptación de algunos aspectos de carácter organizacional, es viable continuar con el crecimiento en términos de madurez BIM.

AMAYA BELTRAN, Melissa, SIERRA CASTIBLANCO, Jhon Alejandro. En su trabajo de investigación titulado: Análisis de Comparación con la Metodología Bim en proyecto de Vivienda Multifamiliar en el Municipio de Acacias-meta. (Tesis Posgrado). Universidad de la Salle, Bogotá 2021, Llego a las siguientes conclusiones.

- a Al comparar las dos metodologías se obtienes algunas diferencias en varios factores que afectan directamente, como las cantidades, los ítems o actividades a evaluar y los precios;

por lo tanto, se quiso realizar la comparación de estos elementos, donde se encontraron porcentajes bajitos de diferencia, los cuales influyen en el cambio del precio total de los costos directos y, por ende, del presupuesto en general.

- Realizando la comparación entre las cantidades, se pudo observar que éstas cambian en algunos ítems, con diferencias que oscilan entre un 0,01% y el 5%, lo que hace entender que siempre y cuando los dos trabajos se desarrollen bien, con precaución al momento de diseñar, en el caso de BIM o al momento de tomar las cantidades por el método 2D, no presentarán discrepancias, por lo que, en este sentido, los dos métodos servirán para calcular las cantidades.
- En la comparación de los precios, se debe tener en cuenta el valor a utilizar para el presupuesto, para que se ajuste un poco más a los precios reales, debido a que hay variaciones según la tasa de manejo en el mercado, la cual puede hacer subir o bajar el precio unitario; por ello, los precios totales de los costos directos se tomaron del AIM 2020, donde al correlacionar los dos valores totales, estos varían en tan solo 0,24%.

1.1.2 Ámbito Nacional

CACERAS RAMOS, Kevin lee; DONGO FELIX, lendy Valerie. En su trabajo de investigación titulado: Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra Multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Llegó a las siguientes conclusiones.

- Aplicar la metodología BIM en las etapas de diseño y ejecución de una obra multifamiliar sí es beneficioso. El resultado de aplicar BIM en la etapa de diseño nos permitió desarrollar un

proyecto completo con estándares de calidad, libre de interferencias e incompatibilidades; y que al ser llevado a la etapa de ejecución nos asegura una obra sin adicionales y sin ampliaciones de plazo por retrabajos.

- Utilizar la metodología BIM permitió identificar las incompatibilidades, interferencias, falta de información e información errónea del proyecto Raíz Mendiburu antes de que este sea ejecutado; esto se logró mediante la construcción virtual del mismo teniendo en cuenta los flujos de trabajo y procesos constructivos. En el proyecto Raíz Mendiburu se identificaron un total de 92 observaciones de las cuales el 38 % fueron por incompatibilidades entre la misma especialidad, el 32 % fueron por error de diseño, el 18 % por falta de información no indicada en los planos y el 12 % restante por colisiones entre las distintas especialidades. De estas 92 observaciones, la especialidad de arquitectura es la que tuvo una mayor cantidad, 26 observaciones que representan el 38 % del total. También se detectaron 80 interferencias, de los cuales el 46 % fueron entre estructuras con instalaciones sanitarias.
- Los errores en la etapa de diseño del proyecto Raíz Mendiburu, ejecutado con la metodología BIM, generaron un sobrecosto de S/.0.00 soles por adicionales o retrabajos debido a incompatibilidades, interferencias, errores de diseño y falta de información, y que representaron el 0.00 % del presupuesto contractual de dicho proyecto.

GIANKEVING ISACC, Guzmán. En su trabajo de investigación titulado: Aplicación de Herramientas y Tecnología BIM en la Mejora de la Gestión de Operación y Mantenimiento de una Infraestructura

Deportiva, Lima 2019. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Llego a las siguientes conclusiones.

- El uso de herramientas BIM en la fase de operación y mantenimiento de una infraestructura deportiva mejora la eficiencia y productividad de la fuerza laboral en las actividades de mantenimiento pues se tiene acceso a una plataforma de información integrada, ya sea cuando se requiera desde oficina o campo en lugar de dedicar tiempo buscando información en planos, manuales y otros documentos en papel.
- El uso de herramientas BIM para la gestión de mantenimiento mostró ser una forma efectiva de entregar la información de construcción al cliente, pues el proceso de subir la información a YouBIM demoró 1 mes a una persona. Por otro lado, de la forma tradicional para recolectar la información de planos As-Built, dossiers de calidad y de comisionamiento tomó 2 meses a una persona considerando que la información estuviese disponible.
- Las órdenes de trabajo en YouBIM mejoran la planificación del mantenimiento preventivo ya que el encargado de mantenimiento sabe exactamente cuál es el alcance de la actividad, ubicación del activo, información del equipo y la fecha programada de inicio y final de la Orden de Trabajo revisando el modelo BIM en su computadora. De esa manera la identificación física de cada equipo con una etiqueta agilizó la búsqueda dentro de la plataforma YouBIM que podría ser en campo con el uso de una Tablet, pues la data cargada al modelo contiene el mismo código de identificación en cada elemento con el "Component.name".

PEÑA HUERTAS, José Gustavo. En su trabajo de investigación titulado: Implementación de la Metodología Bim para mejorar la gestión y eficiencia de los proyectos en el área de diseño de la Central de Ingeniería de Planta Toquepala- Tacna 2021. (Tesis Pregrado). Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Llego a las siguientes conclusiones.

- Se concluye que la implementación de la metodología BIM y el Modelo Integrated Project Delivery (IPD) mejora la gestión y eficiencia en el desarrollo de proyectos de ingeniería y construcción, desde las fases de modelado BIM, hasta la ejecución de la construcción.
- Se concluye que al realizar la implementación de la metodología BIM en el proyecto Piloto, mejora considerablemente la gestión del proyecto en sus diferentes etapas, identificando posibles interferencias y mejora los procesos de elaboración de la ingeniería, lo que permite asumir soluciones en costos, tiempos y calidad al final del proyecto.
- Según los mostrado en el presente trabajo se concluye que la implementación BIM, mejora la eficiencia y gestión de los entregables de cada proyecto, identificando, reducción en los costos, mediante la comparación de gestión de cambios de la Ingeniería BIM vs Ingeniería Tradicional.

1.1.3 Ámbito Local

PANDURO MOZOMBITE, Robert. En su trabajo de investigación titulado: “Factores que condicionan el uso y la Aplicación de la Metodología Bim para la Elaboración y Ejecución de Proyectos de Edificación en Tarapoto, San Martin 2020”. (Tesis Pregrado). Universidad Científica del Perú, Llego a las siguientes conclusiones

- Entre los profesionales relacionados a la industria de la construcción que realizan sus labores en la localidad de Tarapoto, San Martín, se dio a conocer que un gran porcentaje de ellos tienen una idea poco clara de que es la Metodología BIM, teniendo la certeza que este modelo de trabajo ya está en proceso de adaptación en el Perú y que en un futuro no muy lejano se hará más evidente por la eficiencia que viene logrando en otras áreas geográficas. Sin embargo, aunque tienen claro que es algo que no se podrá evitar, es poco el porcentaje de profesionales que estaría dispuestos a adaptarse a este sistema, puesto que la mayoría de ello se opone al cambio garantizando que sus actuales sistemas de trabajo ya son lo bastante adecuados y que no necesitan mejoras.

- Son muchas las causas y razones entre las cuales ha hecho que la metodología BIM no se haya implantado de manera más generalizada en el Perú; pues se cree que al igual que en otros países de América Latina el estado como ente rector es quien se debe de encargar de poner políticas que impongan su uso para los proyectos públicos y privados, de otro modo la resistencia al cambio que tienen a tener los profesionales dificulta mucho más por ser voluntario, esta misma resistencia hace que pocos sean los centros destinados a impartir esta tecnología en los profesionales, siendo solo pocas las universidades y de gran prestigio las que cuentan con este programa instalado en su malla curricular para pregrados y postgrados.

- Muchos de los profesionales con experiencia en BIM han dado muestras claras de satisfacción respecto a otros sistemas de trabajo tanto para la elaboración y ejecución de proyectos de construcción; desde sus puntos de

vista la organizada planificación de estos proyectos reduce la cantidad de errores en la ejecución ahorrando un gran índice de presupuestos siendo ampliamente diferenciales en obras de gran envergadura; además el grado de coordinación y el sistema inteligente de trabajo que se utiliza facilita la detección de errores e inconsistencias en los proyectos agilizando a gran medida el tiempo que se requiere para terminar los proyectos.

SAJAMI INFANTE, Carlos Saul, RAMÍREZ SHAPIAMA, Jalina Candelaria. En su trabajo de investigación titulado: “Innovación tecnológica con Metodología Bim y su relación en el Control de Obras Viales, En el Distrito de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín 2021”. (Tesis Pregrado). Universidad Científica del Perú, Llego a las siguientes conclusiones

- Sobre los Indicadores establecidos en nuestra Investigación, se encuentra, que entre ellos si existe Relación, es decir con una Probabilidad del 95%, en las tres pruebas de hipótesis se tiene la Aceptación de la Hipótesis Alternativa, lo que nos conduce a una Aceptación de relación entre variables.
- El control del tiempo de ejecución de obra utilizando la metodología BIM, mejora el control de Obras viales en el Distrito de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martín.
- El nivel de significancia calculado de la muestra es 0.049 menor a 0.05, con lo que se comprueba que el control económico con la metodología BIM mejorará el control de obras viales en el Distrito de Tarapoto, provincia y Departamento de San Martín.

DIAZ LINAREZ, José Alfredo. En su trabajo de investigación titulado: Gestión de Proyectos Utilizando las Herramientas BIM en la fase de diseño de Proyectos de Infraestructura Vial. Tarapoto 2019 (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Llego a las siguientes conclusiones.

- La característica principal de los softwares o herramientas BIM para infraestructura vial, es que todos los elementos del diseño están relacionados y conectados. Es decir, que los objetos del diseño al ser modificados, automáticamente regeneran el diseño y recalculan la información. Todo esto es importante, pues nos ayuda a la hora de hacer cambios en nuestra propuesta sin tener que rehacer todo el proyecto de nuevo.
- Así mismo, la ventaja de estas herramientas BIM, es que todos los elementos del modelo están conectados, permitiendo generar toda la documentación del proyecto, como planos, tablas, planillas, cantidad de materiales, etc., todo esto de manera automática, aumentando así la productividad, reduciendo los errores y las omisiones, y garantizando una mayor calidad en el proceso de la fase de diseño.
- La aplicación de la metodología de gestión de proyectos con las herramientas BIM para infraestructura vial en la fase de diseño, nos permite, de una manera sencilla, organizar de los dibujos de un proyecto. Así mismo, nos permite administrar la información y datos de grandes y complejos proyectos de infraestructura vial.

1.2 BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas se refieren al desarrollo de los aspectos generales del tema, comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado (Arias, 2006).

La base teórica presenta una estructura sobre la cual se diseña el estudio.

1.2.1 Historia del BIM

La metodología BIM es un sistema de trabajo el cual ha tenido un evidente crecimiento en el mercado mundial, pero para entender su origen y su posterior evolución, es necesario realizar un recuento de la serie de eventos que han definido su desarrollo. Consideran que los siguientes sucesos históricos hicieron posible la concepción y el crecimiento de la metodología BIM, en el año 1975 en la publicación “El uso de computadoras en lugar de dibujos en el diseño de edificios” del Journal del American Institute of Architects (AIA), propuso que los dibujos de planta y sección de un edificio se lograrían realizar en base a su aspecto en 3D, por medio de una computadora, explicando también un sistema de descripción para la edificación, este artículo avizoraba el futuro de las empresas involucradas en este sector, proporcionando sistemas de descripción que transformarían el modo de habitual de concepción y desarrollo de las industrias. Unos años después en el año 1987 la empresa Graphisoft concibe el término de edificio virtual, esto generó que en el año 1994 se creara la Alianza Internacional de Interoperabilidad, la cual propuso a las empresas establecer un lenguaje de programación para soportar el desarrollo integrado de softwares, originando así el estándar de intercambio IFC (Industry Foundation Classes).

En el 2003 se constituye el Programa Nacional 3D-4D-BIM en los Estados Unidos, el 2005 la Alianza Internacional de Interoperabilidad cambia su denominación a Building Smart, en el año 2007 el GSA anuncia que a partir de este año, para la presentación y aceptación de proyectos grandes se requeriría el software espacial en BIM; Cabinet Office UK en el año 2011 establece el Plan Nacional para el uso de BIM en proyectos públicos, anunciando también que llegarían al nivel 2 de BIM en el año 2016, Finlandia a través del Building Smart en la publicación COBIM define requisitos BIM para desarrollo de proyectos recientes y renovaciones, en Singapur la Autoridad de Edificación y Construcción difundió la Guía BIM, estableciendo BIM para la arquitectura para 2013, y estructuras e instalaciones para 2014, en España se crea el capítulo de la Building Smart, en el 2016 el Reino Unido dictamina que los proyectos públicos se presentaran en BIM nivel 2.

1.2.2 Que es la Metodología BIM

BIM es el acrónimo de Building Information Modeling, que hace referencia a metodologías y procedimientos de trabajo usando la información de una manera continua y ordenada, para posteriormente utilizarlo en diseñar, usar o construir edificios.

El objetivo principal BIM es utilizar y producir un único modelo de información del edificio mediante la utilización y colaboración de todas las disciplinas, para llevar a cabo una base de datos tan completa como tener información gráfica y técnica de todos los elementos presentes. La utilización de esta metodología proporciona muchos beneficios a corto plazo, de los que podemos destacar:

- Único modelo de datos en el que se comparte toda la información.
- Integración de múltiples disciplinas.
- Mejora continua en los procesos de trabajo.
- Detección y solución de interferencias entre disciplinas.
- Realización de presupuestos y mediciones con mayor precisión.
- Modelización y Visualización 3D.

Aparte de estas mejoras significativas en los procedimientos de trabajo, la utilización de BIM por parte de las empresas proporciona un plus a la hora de conseguir y participar en nuevos e interesantes proyectos.

Las empresas deberían concienciarse para la utilización de esta metodología que supone un avance en todos los sentidos, proporcionando formación a los empleados de todos los departamentos, implementando así al 100% BIM en todas las áreas para sacar un mejor provecho.

1.2.3 Metodología BIM

Lo que permite este sistema es una mejor forma de gestionar, obtener y consultar datos relativos a las edificaciones en proceso de construcción, ya sean especificaciones técnicas, mediciones, costes o tiempos de ejecución.

El trabajar con todos estos datos y prototipos en formato digital y de forma colaborativa es que permite definir mejor todas las características físicas, energéticas y funcionales que determinan que un proyecto arquitectónico sea más eficiente y sostenible.

Frente a otros softwares y herramientas, el Building Information Modeling permite:

- Crear modelados conceptuales y sobre ellos realizar cálculos de áreas y análisis de energías.
- Obtener simulaciones y cálculos.
- Integrar las fases constructivas, estructurales y de instalaciones en un solo modelo.
- Obtener Isométricos

La efectividad de este sistema ya supone que en muchos países su uso sea obligatorio, lo que obliga a obtener las licitaciones necesarias y con ello, contar con profesionales especializados en este sistema y que han recibido la formación necesaria.

Los posgrados son las opciones formativas más acertadas para acceder a estas competencias y dominar las nuevas tecnologías de la construcción.

Varios centros universitarios ofrecen maestrías específicas para la aplicación de BIM en la edificación o la Ingeniería Civil.

1.2.4 Las Dimensiones BIM y sus Niveles de Desarrollo

Desde el momento en que nace como idea un proyecto hasta que logra concretarse y su posterior operación y mantenimiento se verá sometido a diversos cambios y agentes que trabajarán y coordinarán para lograr la ejecución del mismo.

Un modelo BIM nos da la posibilidad de “gestionar desde una única herramienta todos los procesos necesarios para la correcta gestión de los documentos, permitiéndonos no solo modelar sino tener una planificación de los costos y tiempos de la obra, sostenibilidad, simulaciones, mantenimiento del edificio”.

Con BIM, al realizar una modificación o actualización en el proyecto, el cambio se aplica de manera inmediata y automática en los diferentes documentos involucrados. Esto es posible gracias a que todos los programas utilizados se encuentran relacionados entre sí, logrando un ahorro en el tiempo destinado para tales modificaciones.

El BIM se divide en diferentes dimensiones las cuales vamos a explicar a continuación:

Dimensión: La idea

Todo proyecto nace a partir de una idea, un proyecto establecido de acuerdo con la metodología BIM no es ajeno a esta fase inicial. Esta primera dimensión comprenderá cosas tales como la fijación de la ubicación, estudios de mercado y las condiciones iniciales del proyecto; las estimaciones geométricas iniciales, así como aquellas concernientes a los volúmenes de materiales y sus costos o el establecimiento del plan de ejecución inicial. (Blog Structuralia).

Dimensión: El boceto

Superada la fase de idea, se procede a la preparación de la fase de boceto, en donde se definen las características generales del proyecto. Esta fase comprende la preparación de los criterios a considerar durante “la modelización mediante el software BIM, el planteamiento de los materiales, el redimensionamiento, la definición de cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de éste”.

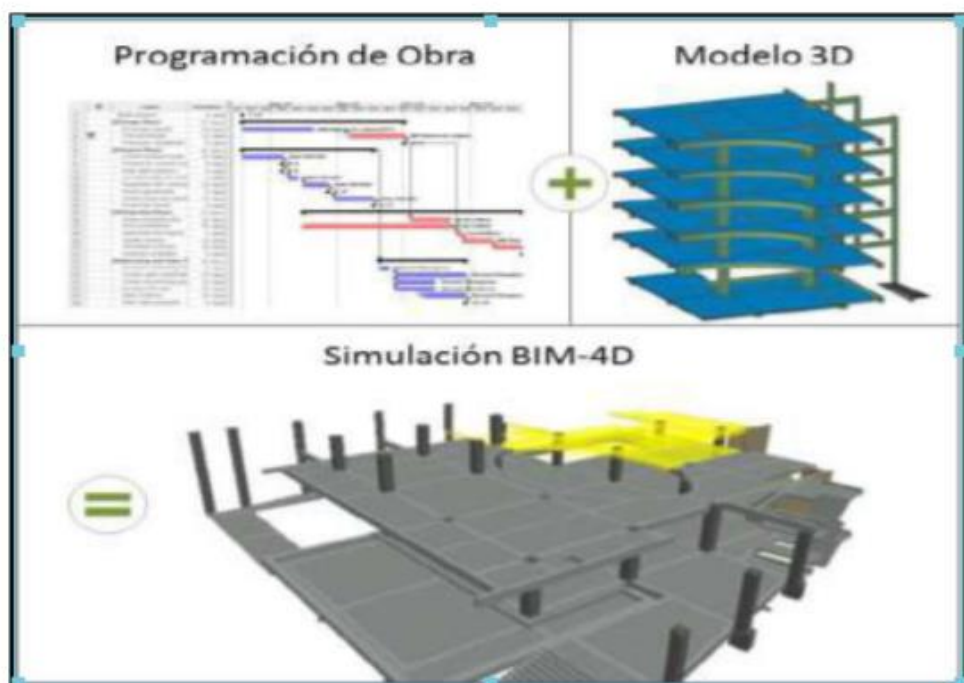
Dimensión: El modelo grafico tridimensional

Después de juntar la información necesaria se elabora el modelo 3D que nos servirá como base para futuras actualizaciones en todo el ciclo de vida del proyecto. “Es más que una representación gráfica de la idea; el modelo 3D no solo es algo visual, sino que incorpora toda la información que se necesitará para las siguientes dimensiones”.

Dimensión: El tiempo

La principal característica que tiene y diferencia el BIM con otras metodologías, es el Dinamismo; “a lo que hasta ahora podría considerarse algo estático se le aporta la dimensión del tiempo. De modo que podemos definir las fases del proyecto, realizar su planificación temporal; así como establecer simulaciones de parámetros temporales”.

Figura 1. Simulación BIM 4d del Proceso Constructivo.



Fuente: Bances-Falla 2015.

Dimensión: El Costo

Esta dimensión comprende el análisis y estimación de los costos del proyecto, además de su control a medida que se avance o el proyecto se vea modificado por ciertas circunstancias; esto se relaciona directamente con la rentabilidad. Al integrar información específica de cada uno de los elementos que componen un modelo BIM, es relativamente sencillo generar informes de presupuestos durante la etapa de operación de la infraestructura e incluso en la etapa de mantenimiento.

Dimensión: El análisis de sostenibilidad

Simula el comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, entregando información fundamental para la toma de decisiones. Se hace un cálculo de la huella de carbono. Gracias a esto es posible seleccionar las mejores técnicas y tecnologías para cada proyecto, optimizando el consumo de energía y reduciendo lo más posible los daños al medio ambiente.

Dimensión: La gestión del ciclo de vida

Permite administrar un proyecto en sus etapas de operación y mantenimiento y los servicios asociados a éste. Se habla de “la posibilidad del crear el Libro del Edificio con BIM, así abarcar todo el ciclo de vida del proyecto durante su vida útil del edificio” (García, 2017); es decir, se trata de la guía que hay que seguir durante la etapa posterior a su construcción, para el uso y mantenimiento del mismo (fabricantes, contactos, etc.).

1.2.5 Niveles de desarrollo del BIM

Siempre que se va a llevar a cabo un proyecto con tecnología BIM se debe definir el nivel de desarrollo del modelado. El American Institute of Architects (Instituto Americano de Arquitectos) plantea la elaboración del modelado para un edificio mediante niveles de

desarrollo o LOD (level of developmen) el cual describe la cantidad de información que se ha ingresado dentro del modelo BIM. El nivel de desarrollo es acumulativo y debe avanzar de un nivel a otro.

Primer Nivel: LOD 100

El primer nivel, es un diseño conceptual, en el cual se aportará una visión general del elemento como área, volumen, altura, localización y orientación. A partir de este nivel se pueden realizar análisis basados en la ubicación y orientación, así como la cuantificación general del área y volumen; información básica si queremos obtener costos para estudios preliminares.

Segundo Nivel: LOD 200

El segundo nivel, aporta un panorama general con magnitudes, donde el conjunto o sistema se ha modelado en base a elementos con componentes genéricos con dimensiones y forma aproximada, lo cual nos permiten obtener una cuantificación más precisa que con el LOD 100; además “es posible agregar información no geométrica” a los elementos (Monfort, 2015, p.39). Por otro lado, se puede realizar la compatibilización interdisciplinaria preliminar de un proyecto.

Tercer Nivel: LOD 300

El tercer nivel añade información y geometría detallada. En este nivel es posible generar documentos habituales necesarios que componen un proyecto como, una programación inicial y un presupuesto estimado. A este nivel la materialidad de los elementos debe estar definida, así como la distribución interior. (Monfort, 2015, p.39).

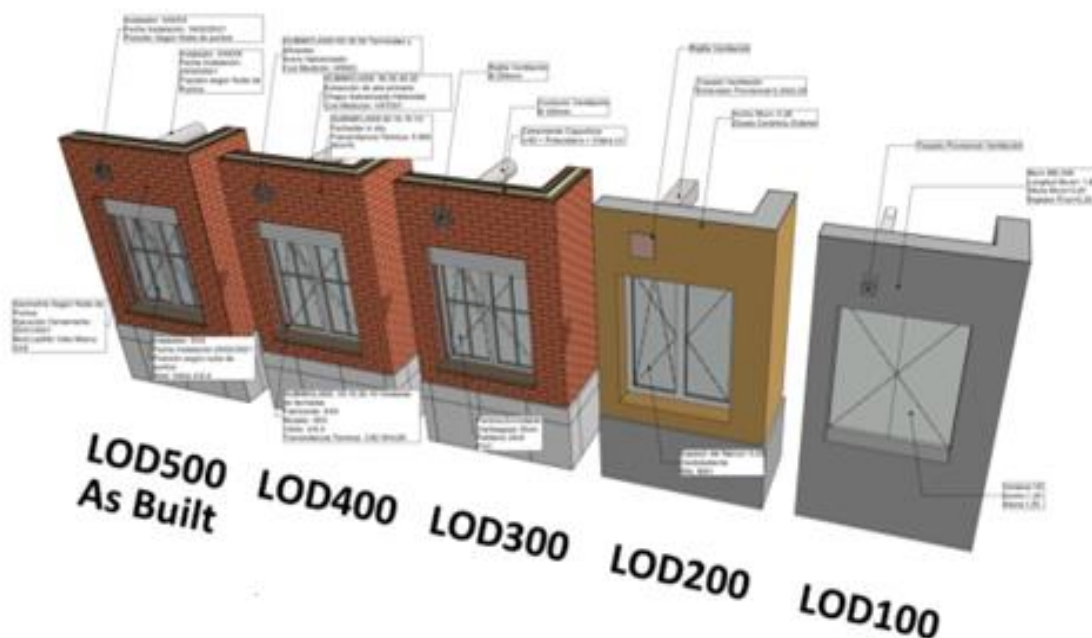
Cuarto Nivel: LOD 400

Un modelo BIM con un LOD 400 está compuesto por elementos con la información y el detalle necesario para su fabricación, instalación y ensamblaje lo cual permitirá la ejecución del proyecto. La información que se tiene permite que el presupuesto y la programación temporal tengan una estimación muy cercana a la realidad. (Monfort, 2015, p.39).

Quinto Nivel: LOD 500

En este nivel, se representa el proyecto ya construido conforme a las condiciones de obra, es lo que se conoce como el modelo as built. Se trata del modelo BIM, adaptado para el mantenimiento y funcionamiento durante la fase de operación del edificio (Monfort, 2015, p.40).

Figura 2. Niveles de desarrollo Bim.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

1.2.6 Aplicación de BIM en el Perú

El Plan BIM Perú es la medida de política que define la estrategia nacional para la implementación progresiva de la adopción y uso de BIM en los procesos de las fases del ciclo de inversión desarrollados por las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, de manera articulada y concertada, y en coordinación con el sector privado y la academia.

Importancia de BIM en el Perú según el Plan BIM

Como parte de la política que debe enfrentarse a esos retos, se aprueba el decreto DS289/2019EF, que en su artículo 5 define los objetivos principales del Plan BIM Perú:

- Reducir costes y retrasos en la ejecución de la infraestructura pública
- Mejorar la eficiencia en la operación y mantenimiento de las mismas
- Fomentar la transparencia en los procesos de inversión pública

Y contempla las siguientes actuaciones (que se reproducen literalmente):

- El diagnóstico de la aplicación de BIM, así como la construcción de una línea de base que permita el seguimiento de su aplicación y la medición de sus resultados.
- Las líneas de acción y objetivos prioritarios para la aplicación progresiva de BIM.
- La estrategia de implementación de estándares para el uso homogéneo de BIM.
- La estrategia para el desarrollo de capacidades en el uso de BIM.

- La estrategia para la estandarización de requerimientos BIM.
- Los lineamientos para la incorporación de tecnologías habilitantes para el uso de BIM.
- La estrategia para la creación de bibliotecas de objetos e intercambio de información.
- Las metas para la adopción obligatoria de BIM.
- La estrategia para la comunicación y difusión del uso de BIM

Línea de trabajo que plantea el plan BIM Perú

Establecer liderazgo público: busca establecer los cimientos del liderazgo público a través de la construcción de una política clara sobre los beneficios de BIM y su implementación progresiva en las inversiones públicas en edificaciones e infraestructura. Construir un marco colaborativo: busca establecer el marco de gestión de la información, así como realizar los cambios legales y administrativos necesarios para la correcta adopción de la metodología BIM en el sistema de inversiones nacional. Desarrollo de capacidades. - busca el desarrollo integral de la industria de la construcción, impulsando la gestión digital y el desarrollo de capacidades de los actores involucrados en las inversiones públicas en edificaciones e infraestructura. Comunicación de la visión. - busca generar distintas herramientas y medios para comunicar de manera transparente y clara, a todos los interesados, sobre los avances en la implementación de la metodología BIM.

1.2.7 Beneficios de la Aplicación

Ahora se mencionará cuáles son los principales beneficios que genera el implementar esta metodología.

Figura 3. Detención de Interferencias en el Bim.



Fuente: Elaboración Propia, 2022.

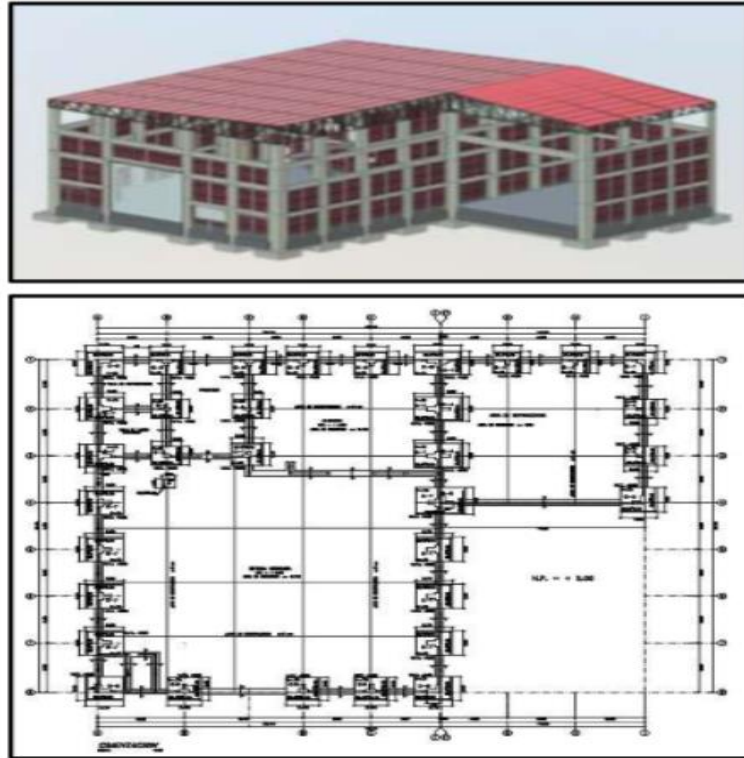
a) Detección temprana de interferencias.

Permite prever y solucionar los problemas de manera anticipada, lo que disminuye los inconvenientes durante la construcción y duplicidad del trabajo.

b) Obtención rápida de metrados.

Un modelo 3D permite obtener directamente la cantidad de materiales más representativos de un presupuesto, esto se da gracias a que un modelo BIM posee información geométrica (longitud, área y volumen) y no geométrica (costo, material, modelo, etc.) de cada uno de los elementos que lo conforman.

Figura 4. Mejorar Compresión del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

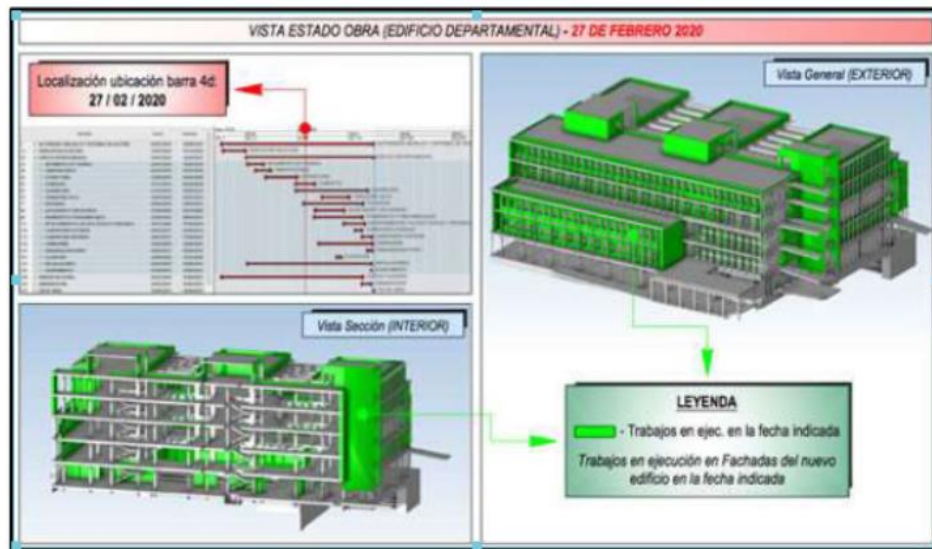
c) Mejor comprensión del proyecto.

Los modelos BIM facilitan la comprensión de un proyecto.

d) Planificación del proceso constructivo del proyecto, 4D.

Requiere asociar el programa de actividades con elementos 3D del modelo, para así simular el procedimiento de construcción y mostrar cómo se vería la obra en cualquier intervalo del tiempo. “Esta simulación gráfica provee de un entendimiento notable de cómo la edificación será construida día a día, revelando fuentes de potenciales problemas y oportunidades de posibles mejoras (conflictos de espacio, de cuadrillas y equipamiento, problemas de seguridad, etc.)” (Saldias, 2010, p.55).

Figura 5. Planificación Procesos Constructivos.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

- e) Facilita el uso de componentes constructivos prefabricados, haciendo más eficiente la construcción.

Si el modelo BIM generado de los elementos posee un nivel de detalle suficiente y se transfiere a un software para fabricación “virtual”, la “obtención automatizada de los elementos utilizando maquinarias especializadas es facilitada. Tal automatización es una práctica ya estándar en la elaboración de piezas de acero, concreto pretensado, reduciendo los costos y tiempos de estos” (Saldias, 2010, p.55).

- f) Facilita la comunicación y transparencia de la información, optimizando los flujos de trabajo y evitando las contraindicaciones entre las partes.

Además, al tener toda la información en un único modelo se evitan posibles errores generados al tener diversas versiones del proyecto, coordinación entre las diversas especialidades involucradas en el proyecto.

g) Optimiza la planificación de costos y plazos, lo que conlleva hacer más con menos. El modelo BIM completo y a un nivel de desarrollo adecuado permite extraer cantidades exactas para todos los objetos y materiales considerados en él.

Estas cantidades con especificaciones permiten comprar materiales de manera precisa; además apoyándose en un modelo 4D que contiene la planificación del proceso constructivo, se asegura realizar la adquisición de los mismos en el momento adecuado.

1.2.8 En qué diferencia el CAD y el BIM

Un software y una metodología

Cuando hablamos de CAD lo primero que se nos viene a la cabeza es que estamos hablando de un programa de dibujo asistido por ordenador. En cambio, BIM no se entiende sólo como un software en el que podemos diseñar nuestro proyecto, sino que abarca mucho más.

El Building Information Modelling tiene que entenderse como una metodología de trabajo, en la que aparte de una herramienta que puede representar tridimensionalmente la obra, es capaz de controlar los tiempos de construcción, analizar el costo del proyecto o evaluar su sostenibilidad entre otras cosas. Es ahí donde reside la principal diferencia entre CAD y BIM.

Método de Trabajo

Como hemos explicado en el anterior punto, con la entrada de BIM se ha cambiado radicalmente la forma en la que se lleva a cabo un proyecto de obra civil o arquitectura. Esta nueva metodología permite que todos los implicados puedan trabajar sobre un mismo modelo, algo que no sucedía con CAD.

Esto implica que la comunicación es mucho más fluida entre las distintas partes que componen el proyecto, ya que tanto los diferentes equipos de ingenieros (estructuras, instalaciones, etc.) como las empresas encargadas de la construcción o proveedores de materiales, trabajan en el mismo entorno.

Además, un beneficio de trabajar todos sobre el mismo modelo, es la posibilidad de solucionar errores que en el caso de CAD no se hubieran solucionado hasta la fase de edificación. Esto ocurre por ejemplo con la ocupación de un mismo espacio de un muro y una tubería, que en los planos de CAD hubiera sido muy difícil percatarse.

Gestión de la Información

En un proyecto de ingeniería se generan una cantidad inmensa de datos conforme se va desarrollando. Por ello, es necesario llevar un control minucioso para no perder información en el camino

En este sentido, la gestión de los documentos producidos es totalmente distinta si trabajamos en CAD o en BIM. En el primer caso, el peso principal de los archivos creados son planos independientes unos de otros.

En BIM, al contrario, todo lo generado puede ser fácilmente administrado mediante bases de datos dentro del propio modelo.

Esto hace que sea más fácil compartir la documentación entre los trabajadores y tener una gestión de la información más eficiente.

Control y mantenimiento durante la vida Útil

Otra de las diferencias que surgen entre CAD y BIM es la gestión de la obra durante la vida útil de la misma. La metodología BIM puede, en el mismo modelo en el que se llevó a cabo las fases de diseño y construcción, hacer un seguimiento durante la fase de utilización mientras que con CAD esto no es posible.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

La terminología básica, según Arias (2012) “consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucrados en el problema y en los objetivos formulados”.

1.3.1 Metodología Bim

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

1.3.2 Metodología Tradicional

Las metodologías tradicionales se caracterizan por tener una estructura de desarrollo claramente establecida, lineal y poco flexible ante cambios de un entorno volátil.

1.3.3 Costo de Obra

Es el costo que genera un equipo por unidad de tiempo (hora), y se determina en función de gastos fijos y gastos de operación. En los gastos fijos se considera la amortización del equipo, la tasa de interés por inversión, valor de recuperación, vida útil, seguros, reparaciones, almacenaje y gastos anuales.

1.3.4 Plazo de Ejecución

Así, el plazo de ejecución contractual es el lapso con el que cuenta el contratista para realizar las prestaciones a las que se haya obligado en el marco de lo dispuesto por la normativa de contrataciones del Estado.

1.3.5 Tiempo y ejecución en Obra

La ejecución del proyecto es la etapa del proyecto en la que se pone en marcha todo lo que tu equipo ha planificado. El equipo hace todo lo posible para que los proyectos comiencen con buen pie.

El tiempo en la construcción civil. La gestión del tiempo agrega los procesos necesarios para asegurar que el proyecto se implemente según lo programado.

1.3.6 Rendimiento de Mano de Obra

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

1.3.7 Productividad en Obra

La productividad es la medida de la eficiencia con que los recursos son administrados para la obtención de un producto, específicamente para este caso nos referimos a los recursos del tipo de mano de obra. En ese sentido se entiende como productividad al uso óptimo de dicho recurso.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La industria de la construcción desde sus inicios, siempre tuvo que lidiar con los problemas propios de la interrelación y flujo de información entre los muchos involucrados y con las limitaciones tecnológicas propias de cada época.

La mayor limitación tecnológica durante el desarrollo de la ingeniería de los proyectos es que los planos para construcción no son automáticamente integrados, lo que significa que si se desea cambiar la distribución de los ambientes en una planta, entonces se tienen que modificar los planos de arquitectura de planta, cortes, muros, acabados, cielo rasos, etc.; de la misma manera los planos de estructuras, los planos de instalaciones sanitarias y todas las demás especialidades y subespecialidades que participan.

Ahora bien, en todos los proyectos, siempre hay cambios, y esta limitación tecnológica genera incompatibilidades entre los planos, incluso entre aquellos de la misma especialidad; y para solucionarlos se requiere de mucho tiempo considerando la cantidad de planos, la cantidad de especialidades y, sobre todo, los constantes cambios que no acaban cuando se licita el proyecto para su construcción, sino que continúa incluso hasta los últimos días de su ejecución.

Esta problemática, sumado a que, en el Perú, un país en vías de desarrollo y cada vez más competitivo, los clientes y/o propietarios exigen proyectos cada vez más acelerados, con plazos apretados y, a la vez, más complejos. Como resultado de ello, los problemas no son sólo incompatibilidades e interferencias entre elementos, sino falta de información, deficiencias en el desarrollo del diseño/ingeniería, omisiones, información no clara o confusa, entre otros. Todo esto ocasiona que los

proyectos tengan mayores costos y plazos de ejecución y debido a esto no se tenga un control adecuado de la productividad de obra, los que finalmente impactan negativamente sobre el propietario y el constructor. Como parte de la solución a los problemas complejos del desarrollo de proyectos surge una herramienta tecnológica relativamente nueva en el Perú, denominada por sus siglas en inglés como BIM (Building Information Modeling) que consiste en softwares que permiten modelar el proyecto en tres dimensiones y añadir información a los mismos para la gestión, del proyecto por medio de un modelo 3D que, a la vez, actualiza automáticamente todas las vistas del proyecto (planos, elevaciones, cortes, etc.) por cada cambio que se haga en él.

En el empleo del BIM, muchas empresas peruanas están alcanzando resultados positivos y su uso se está haciendo cada vez más extensivo en su organización, algunas empresas lo emplean únicamente para la compatibilización, otras empresas dicen que lo emplean cuando en realidad no es así y hay otras que no la emplean por varias razones, siendo algunos de los argumentos: “es muy caro” o “no sirve”. Es decir, hay empresas que están obteniendo buenos resultados, hay empresas que lo emplean y tienen resultados positivos, pero la siguen desarrollando y hay empresas que no la emplean porque no saben lo que significa realmente o porque no creen que sirva.

En esta disyuntiva, puesto que el BIM es muy importante debido a que el mercado poco a poco está tendiendo a los modelos integrados y paramétricos y no solo al CAD, es imprescindible el fomento de esta nueva tecnología, y en consecuencia, es necesario que los profesionales y las empresas sepan que en el Perú, y no solo en el extranjero, ya se está desarrollando el BIM y se están alcanzando buenos resultados de su implementación. Difundir esta información será útil para todos los contextos.

En primer lugar, las empresas que no conocen realmente qué es BIM necesitan saber qué es, qué no es BIM y cuál es su potencial; y las empresas que no creen en el BIM, es necesario que conozcan los múltiples usos que se le puede dar y los resultados económicos que se obtienen empleando tan solo una sencilla parte de todo su potencial. En segundo lugar, las empresas que lo emplean tan solo para la compatibilización de proyectos, es necesario que conozcan detalladamente y con casos concretos toda la gama de posibilidades que ofrece, casos de usos durante el diseño y durante la construcción adecuados al contexto peruano. En tercer lugar, las empresas que tienen desarrollado el BIM a un nivel extensivo en su organización podrían encontrar algunos puntos positivos o quizás otros usos que serían útiles aplicarlos en sus proyectos y organizaciones.

Entre los Gobiernos que ya han implementado exitosamente la metodología BIM en la gestión pública destacan: Australia, Corea del Sur, Finlandia, Holanda, Noruega, Nueva Zelanda, Singapur y Estados Unidos.

El Gobierno del Perú actualmente forma parte del Fondo de Prosperidad del Gobierno del Reino Unido y trabaja de la mano con especialistas del Programa Global de Infraestructura (GIP, por sus siglas en inglés) para el desarrollo de la implementación de BIM en el Perú.

Además, el Perú es miembro de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos, una iniciativa regional que busca acelerar los procesos de implementación de BIM a nivel gubernamental mediante un trabajo colaborativo que favorezca y promueva lineamientos comunes, el intercambio comercial y el conocimiento en la región.

En el marco del Plan BIM Perú, el Building Information Modeling (BIM) se define como una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de la información de una inversión pública, que hace uso de un modelo de

información creado por las partes involucradas, para facilitar la programación multianual, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurando una base confiable para la toma de decisiones.

BIM no solo hace referencia al uso de herramientas tecnológicas. Su principal objetivo es asegurar la gestión eficiente de información. BIM es fundamental para la planificación y ejecución de una inversión, desde la definición de los requisitos de los activos hasta el término de su uso, cubriendo su concepción, desarrollo, operación, mantenimiento y disposición.

La aplicación de BIM en el sector público se desarrolla en la Guía Nacional BIM la cual es una adecuación de la norma internacional ISO 19650 (norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación – BIM) y otros estándares internacionales, basados en el contexto de las inversiones en el Perú.

2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

2.2.1. Problema General

¿La propuesta de Control con Metodología Bim, mejorará la productividad en obra en el Distrito de Tarapoto?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Será posible un control de la productividad en obra, aplicando la metodología BIM, Tarapoto?
- ¿Será posible un control de tiempo de ejecución en obra, aplicando la metodología BIM, Tarapoto?
- ¿Será posible un control económico en obra, aplicando la metodología BIM, Tarapoto?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

Controlar la productividad en obra aplicando la metodología BIM, Tarapoto.

2.3.2. Objetivos Específicos.

- Conocer el nivel de información de los profesionales relacionados a la industria de la construcción acerca de la metodología a BIM, Tarapoto.
- Identificar las causas y problemáticas que obstaculizan la Implementación y aplicación de la metodología BIM, para la elaboración y ejecución de obra en Tarapoto.
- Determinar la eficiencia en relación al tiempo, ejecución y costo que se obtiene al ejecutar una obra aplicando la metodología BIM, respecto al método tradicional Tarapoto.
- Explicar las incompatibilidades de los proyectos que no son ejecutados, aplicando la metodología BIM, Tarapoto.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

Es posible controlar la productividad en obra aplicando la metodología BIM, Tarapoto.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Es posible Determinar la eficiencia en relación al tiempo, ejecución y costo que se obtiene al ejecutar una obra aplicando la metodología BIM, respecto al método tradicional Tarapoto.
- Es posible determinar las incompatibilidades de los proyectos que no son ejecutados, aplicando la metodología BIM, Tarapoto.

- Es posible determinar las causas y problemáticas que obstaculizan la Implementación y aplicación de la metodología BIM, para la elaboración y ejecución de obra en Tarapoto.
- Es posible Conocer el nivel de información de los profesionales relacionados a la industria de la construcción acerca de la metodología a BIM, Tarapoto.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Identificación de variables

- Variable dependiente: Metodología Bim.
- Variables independientes: Control de la productividad.

2.5.2. Definición conceptual y operación de variables

- **Metodología BIM.-** BIM es una metodología de trabajo colaborativo aplicada al sector de la construcción, una colección de datos, para facilitar la gestión de proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción consiguiendo mejoras en el resultado y eficacia en los procesos.
- **Control de la productividad.-** Metodología de control de productividad en la mano de obra en proyectos de construcción. La productividad es la medida de la eficiencia con que los recursos son administrados para la obtención de un producto, específicamente para este caso nos referimos a los recursos del tipo de mano de obra.

2.5.3. Operacionalización de las variables.

Operacionalizar una variable, es definir claramente la manera como se observará y medirá cada característica del estudio.

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Dependiente Metodología BIM	Es optimizar el consumo de energía eléctrica de la red pública generando energía a través de la luz solar.	Metodología BIM	Modelado Colaboración Integración
Independiente Control de la productividad	BIM es una metodología de trabajo colaborativo aplicada al sector de la construcción, una colección de datos, para facilitar la gestión de proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción consiguiendo mejoras en el resultado y eficacia en los procesos	Productividad en obra	Control económico Control del tiempo Control de mano de Obra

Fuente: Elaboración propia, 2022

CAPITULO III: METODOLOGÍA

La Metodología de la Investigación es aquella ciencia que provee al investigador de una serie de conceptos, principios y leyes que le permiten encauzar de un modo eficiente y tendiente a la excelencia el proceso de la investigación científica.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

En toda investigación, se hace necesario, que su contenido esté delimitado y validado por la metodología que constituye la base fundamental de todo estudio, al presentar los métodos y técnicas que a través de los cuales se intenta dar respuestas a las interrogantes objeto de esta propuesta. En tal sentido, en este ítem se desarrollan importantes aspectos relacionados al marco metodológico, marco organizacional y el desarrollo de la investigación (Padilla, 2015).

La presente tesis es del tipo descriptivo, puesto que el desarrollo de la investigación implicó observar y describir eventos o situaciones de manera que no se influyó o manipuló las mismas.

El diseño de la presente tesis es documental, puesto que la obtención de la información o datos se ha realizado a partir de los documentos de los proyectos objeto de estudio.

De acuerdo a los objetivos planteados y en relación a la naturaleza de las variables materia de estudio, el diseño del presente trabajo de investigación es No Experimental Aplicada.

V1-----r-----V2

V1= Variable independiente

V2=Variable dependiente

r= Coeficiente de relación

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación, la población objeto de estudio, se estableció como una población de tipo finita, tomando en cuenta los objetivos y los recursos disponibles, estando conformada por un conjunto de ingenieros y Arquitectos de la ciudad de Tarapoto.

La muestra es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población. La muestra es en esencia, un subgrupo de la población.

Considerando lo anterior y usando el método de muestreo no probabilístico se ha elegido como muestra para la investigación un grupo de ingeniero y arquitectos y profesionales de otras especialidades.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Antes de diseñar los instrumentos de recolección de datos, es necesario definir los agentes u objetos a quienes se les aplicará los instrumentos.

En este caso, el objeto a ser observado y medido fue el módulo "Productividad en Obra mediante Metodología Bim". Con fines de llevar un control de los datos y seguir una secuencia lógica de la investigación, se internalizaron las técnicas documentales y empíricas.

La técnica documental se utilizó en primer momento para la formulación del marco teórico, luego para la extracción de datos e información de documentos relacionados a la Aplicación de la Metodología Bim. El instrumento que se utilizó en esta técnica fueron las Fichas bibliográficas y de trabajo.

Tabla 2. Técnicas de Instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Datos de recolección	Formatos	

Validez y confiabilidad

Fuente: Elaboración propia 2022.

La respectiva validación se realiza en Ingenieros y arquitectos, de acuerdo al respectivo requerimiento de la Escuela profesional de ingeniería Civil.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Por la naturaleza del estudio, en esta investigación se emplearon las técnicas estadísticas como: el Descriptivo para la presentación de datos en tablas de frecuencia y gráficos, así como para la determinación de las medidas de tendencia central y variación (varianza, valores mínimos y máximos, desviación estándar). Y la estadística inferencial para las pruebas de normalidad, homogeneidad y la de hipótesis.

Prueba de significación: Mediante el criterio de hipótesis nula. Prueba "t", para comparar los resultados de cada tratamiento y determinar cuál de las configuraciones otorga mejor resultado. Prueba "F", para probar la significancia de los factores en los tratamientos, con nivel de significancia $\alpha=0.05$ (95%).

El procesamiento de los datos se realizó en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación.

Se realizó un estudio de la metodología BIM y su eficiencia en el control de Productividad de Obra.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. RESULTADOS.

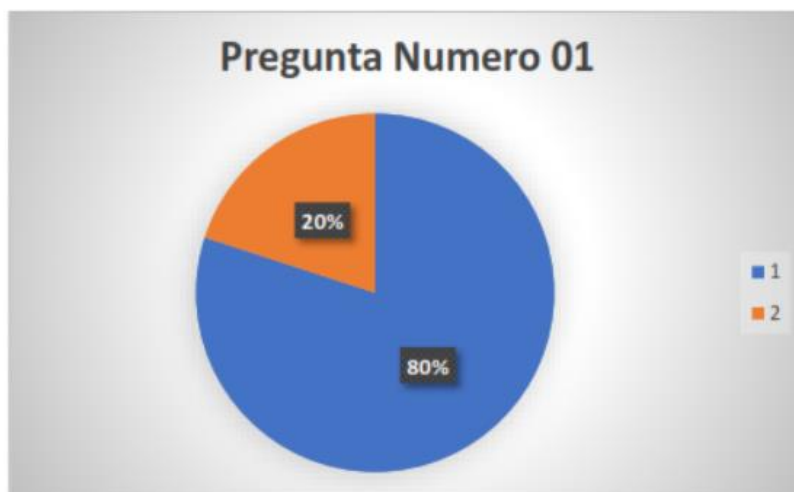
Para efectuar la investigación se ha realizado un estudio en una cantidad de 50 profesionales especialistas en la construcción (ingenieros, arquitectos, técnicos en construcción civil, topógrafos, etc.) lo cual diagnosticó la situación actual de la coordinación de proyectos y utilización de BIM en Tarapoto- San Martín logrando entre otros los siguientes resultados:

4.1.1. Resultados BIM

Se determinó el grado de conocimiento de los diferentes profesionales que son especialistas en la industria de la Construcción acerca de la Metodología BIM.

Tabla 3. Metodología BIM

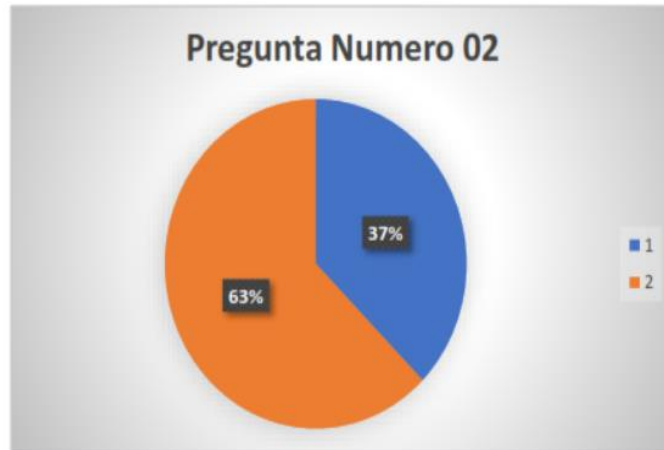
¿Has escuchado o mencionado el termino Metodología Bim ?		
a) Si	40	80
b) No	10	20
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 4. Significado Metodología BIM

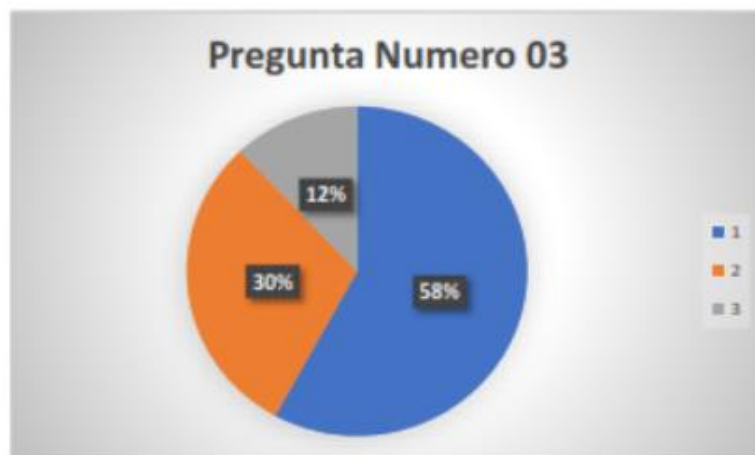
¿Usted como profesional conoce el significado de la Metodología Bim ?		
a) Si	15	37.5
b) No	25	62.5
	40	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 5. Procesos Constructivos

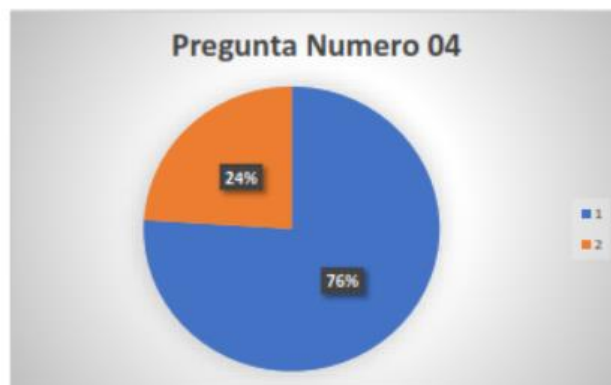
¿Cuál es el sistema o metodo que se aplica para los procesos constructivos en el lugar donde laboras ?		
Sistema CAD	29	58.00
Sistema Bim	15	30.00
Otros	6	12.00
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 6. Capacitación de los Profesionales Metodología BIM.

¿Usted como profesional estaría dispuesto a capacitarse en nuevo Metodología como es el Bim ?		
a) Si	38	76
b) No	12	24
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022

4.1.2. Comportamiento frente a la Metodología BIM

Se determinó la importancia e interés de los profesionales acerca del BIM y su esperanza de ejecución en el futuro.

Tabla 7. Recomendación de la Metodología BIM

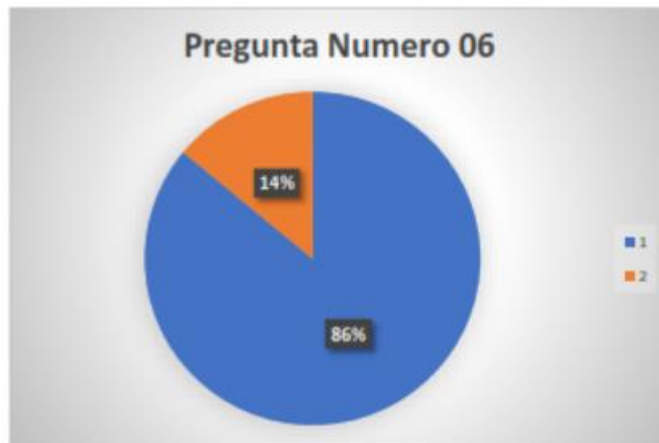
¿Estas de acuerdo en usar la Metodología Bim(Si aun no lo usa) Recomendaria el uso de la Metodología Bim ?		
a) Si	45	90
b) No	5	10
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 8. Implementación de la Metodología BIM Perú

¿Piensas que la metodología Bim se Implantara en el Peru de una manera muy rapida, como en otros paises del mundo ?		
a) Si	43	86
b) No	7	14
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 9. Metodología BIM como nueva Alternativa

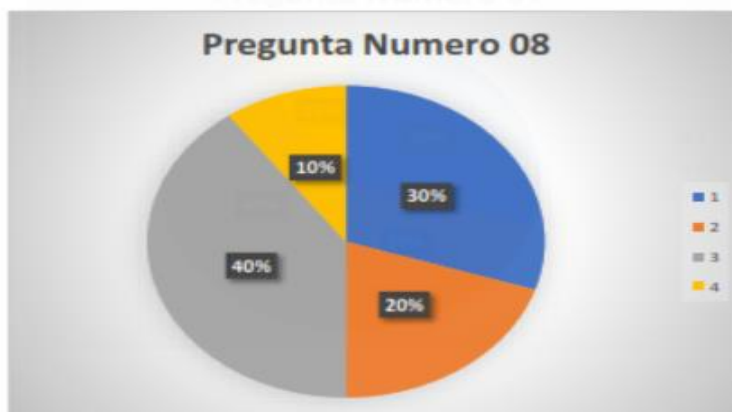
¿Cree usted que los nuevos metodos y tecnologias son mas eficaces que los metodos convencionales ?		
a) Si	43	86
b) No	7	14
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 10. Metodología BIM

¿Cree usted que es posible la capacitación de profesionales acerca de la metodología BIM en Tarapoto, mediante que medio ?		
Universidades e Institutos	15	30
Empresa, relaciona al rubro de Construccion	10	20
Curos por Internet	20	40
Otros	5	10
	50	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 11. Porcentaje de uso de la Metodología BIM

¿Por qué aun no se utiliza a una escala mayor la metodología Bim ?		
Falta de Profesionales, Calificados para impartir metodologia	18	28.57
Falta de Capacitacion Profesional	13	20.63
Falta de interes de los profesionales	17	26.98
no posser tecnologia adecuada	10	15.87
Otros	5	7.94
	63	100.00



Fuente: Elaboración propia 2022

4.2. PROBLEMAS DURANTE LA IMPLEMENTACION BIM EN UNA ORGANIZACIÓN.

4.2.1. Liderazgo débil

Cuando una empresa y su directivo implementan BIM sin entender lo que realmente significa y únicamente lo hacen porque se dice que está de moda o porque las demás empresas lo usan, no termina bien.

Este es el desafío más importante al que se enfrentan los proyectos de implementación BIM. A pesar de que muchas empresas están bien informadas sobre los beneficios generales de esta metodología en el negocio de la construcción, muchas veces los clientes no terminan de comprender el alcance real ni las implicaciones de la metodología en la forma de trabajar de las empresas.

Sin un liderazgo fuerte que entienda la verdadera dimensión de BIM y adopte las medidas para incorporar a todos los empleados al proyecto, el éxito es mucho más complicado de alcanzar.

4.2.2. Carencia de Comunicación

Al implementar BIM como parte integral de un proyecto, un tema importante a tomar en cuenta es la colaboración entre todos los involucrados durante todas las etapas de construcción. La obtención de los máximos beneficios de la tecnología BIM está directamente relacionada con la capacidad de maximizar la colaboración de todos los integrantes en el proyecto. No importa quién sea el líder, el hecho de que todos los participantes claves estén involucrados ofrece la mayor parte de los beneficios para todo el equipo.

4.2.3. Resistencia al cambio

Muchas veces una gran parte del equipo involucrado en el desarrollo de un proyecto están acostumbrados a trabajar con las herramientas tradicionales que conocen y también lo dominan a la perfección, uno de los problemas o barreras que impide la implementación de la metodología BIM es el miedo al fracaso, salida de la zona de confort, tiempo para aprender a las nuevas herramientas y en muchos casos, falta de apoyo de sus responsables y de la dirección de la empresa. La implementación de la metodología BIM requiere una toma de decisiones estratégicas adecuadas por parte de la dirección, que involucren a los empleados haciendo uso del conocimiento y la experiencia disponibles para ejecutar la implementación sin alterar el modelo de trabajo ya existente.

4.2.4. Alto coste en la implantación BIM

Uno de los problemas que surge en cualquier organización empresarial es el alto coste de la implementación de BIM, no todos los puntos a tener en cuenta son tangibles, pero el costo de implementar BIM si es medible en el tiempo.

Existe la creencia de que la aplicación de esta metodología supone unos costes inasequibles para una organización, pero no es cierto. La implementación de BIM requiere una inversión inicial, pero, en definitiva, el resultado a largo plazo y final serán ahorros millonarios en los proyectos que lidere la organización.

La realidad es que implementar BIM supone un ahorro de hasta el 10% en un proyecto de construcción, según diferentes estudios.

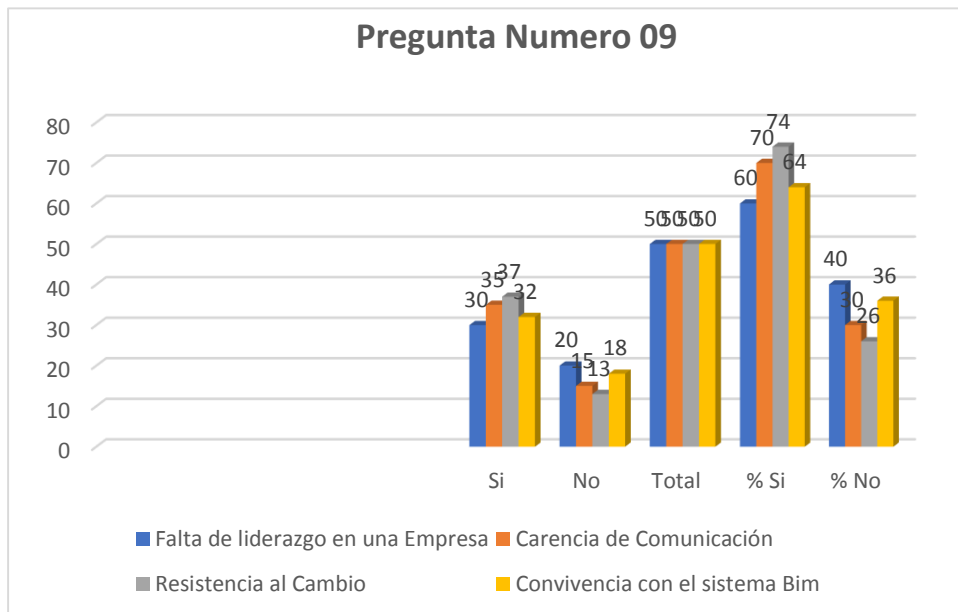
4.2.5. Convivencia con sistemas no BIM

El uso de sistemas BIM, así como los sistemas no BIM que funcionan dentro de la misma oficina plantean un problema de dotación de personal. Con una sola plataforma de software como CAD, cualquier miembro del personal está disponible para trabajar en un proyecto relevante. Sin embargo, en la aplicación de BIM, sólo se dispondría de un pequeño grupo de miembros del equipo.

Tabla 12. Problemas al Implementar BIM

¿Cuáles son los problemas que se genera, cuando se Implementa el Bim en una Empresa o Organización?					
	Si	No	Total	% Si	% No
Falta de liderazgo en una Empresa	30	20	50	60	40
Carencia de Comunicación	35	15	50	70	30
Resistencia al Cambio	37	13	50	74	26
Convivencia con el sistema Bim	32	18	50	64	36

Fuente: Elaboración propia 2022



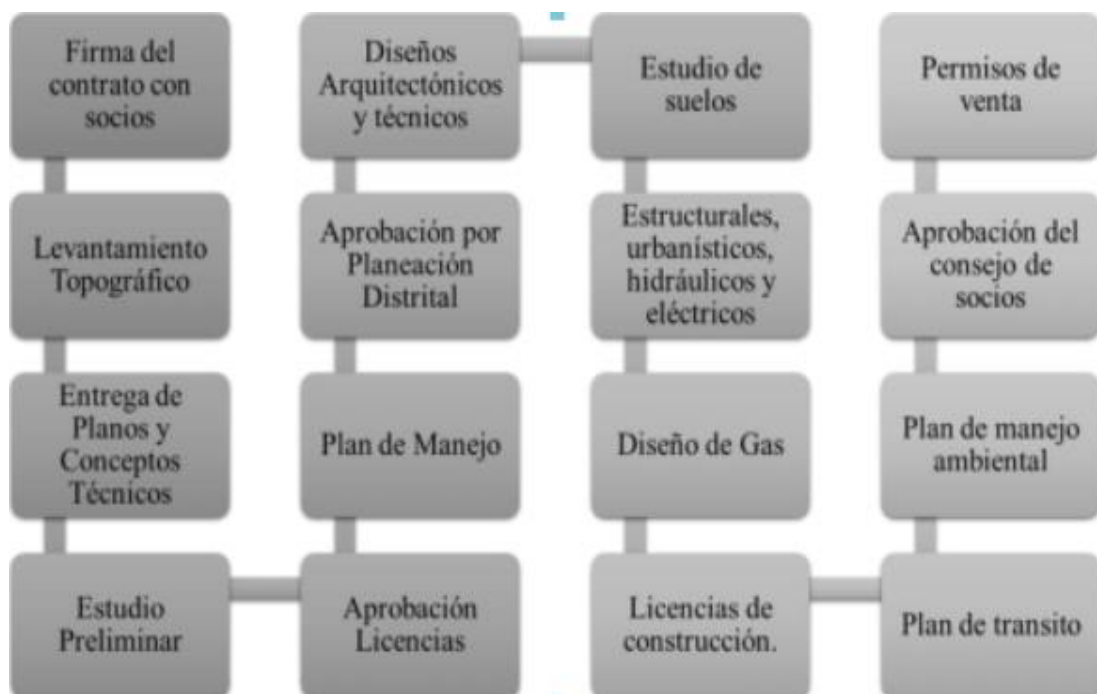
Fuente: Elaboración propia 2022

4.3. RELACION ENTRE TIEMPO, EJECUCION Y COSTO DE UNA OBRA.

4.3.1. Proceso Constructivo Tradicional

Un proceso constructivo hace referencia al conjunto de fases o procedimientos sucesivos necesarios para la materialización de un proyecto constructivo con el fin de lograr un resultado final con la mayor eficacia, ahorro de tiempo y dinero posible. Generalmente está constituido por tres fases: diseño o planificación de obra, construcción o ejecución de obra y mantenimiento de obra, es en la fase de diseño donde se genera la mayor cantidad de información del proyecto, la cual es la base de actuación para la ejecución efectiva del proyecto. Actualmente en los procesos de planeación en la fase de diseño, para los estudios, y entrega de cartillas son basadas en metodologías convencionales y relacionados con los modos de operación de CAD. Según lo que se muestra en la figura.

Figura 6. Pasos para el diseño Método Tradicional.



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Si bien la mayor cantidad de errores se evidencian en la fase de ejecución, es en el diseño donde surgen las causas de los errores, que van a representar para el ejecutor del proyecto, a cargo de dirigir durante esa etapa, que deben detectar los problemas y proponer soluciones con la mayor celeridad posible con el fin de no afectar en las estimaciones de riesgos previamente proyectadas, evitando se generen demoras innecesarias y costos adicionales”.

Dentro de la información generada en la etapa de diseño y con base en el proceso constructivo tradicional, se encuentran los planos del proyecto (arquitectónicos y estructurales), los presupuestos y cantidades de obra y el cronograma inicial de desarrollo del proyecto, con base en esta información, el ejecutor debe comenzar su desarrollo del proyecto de construcción, tomando en cuenta discrepancias naturales y estimaciones de riesgos que debe ir midiendo a lo largo del desarrollo para cumplir en lo posible con lo planificado y en todo caso llevar a buen término el proyecto.

Surge entonces otro elemento importante dentro de la ejecución de obra, que vale la pena resaltar, la transmisión de la información de una etapa del proyecto a otra, de manera que el ejecutor pueda, realizar el descubrimiento de interferencias de manera oportuna, lo cual conllevará a una serie de mejoras en la ejecución de los procesos, vale decir: aumento de productividad, mejor calidad del producto y plazos de término de actividades conforme lo proyectado. Estos registros de información que son la base de la transmisión adecuada, los cuales en la actualidad se encuentran en formato digital de acuerdo con el software seleccionado para su diseño (el más usado CAD), softwares que manipulan la información creada, las que deben ser comunicadas en formatos compatibles entre emisor y receptor.

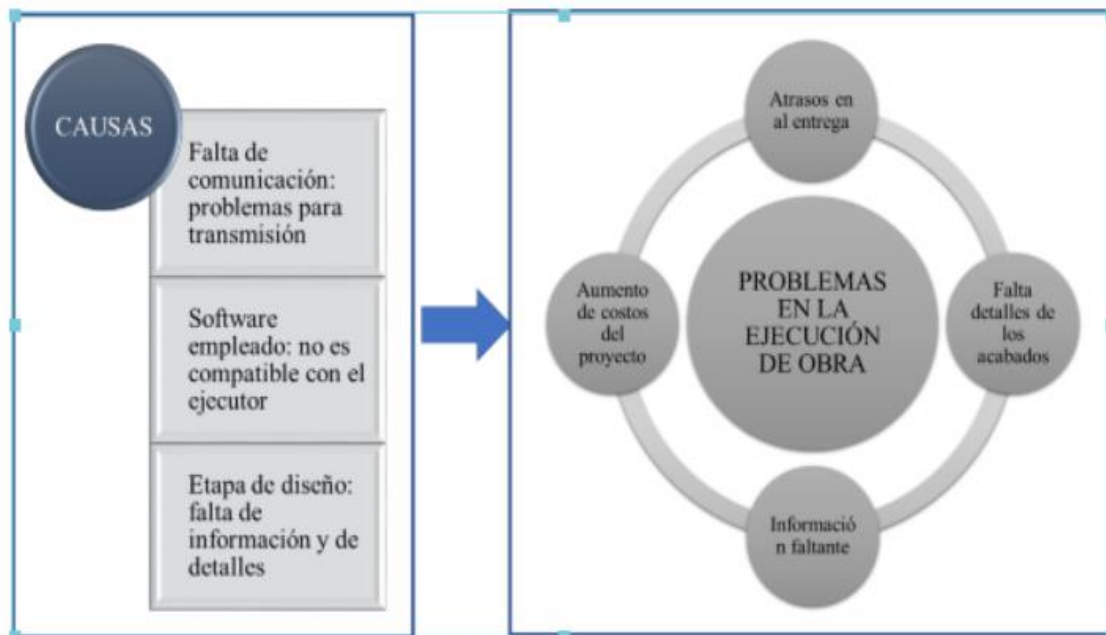
Ahora bien, en lo que respecta a la ejecución, cuando se producen diferencias entre lo programado y lo que acontece en terreno, se deben tomar decisiones inmediatas, cuya repercusión puede marcar el destino de un proyecto. Las variables de costo, plazo e inclusive la calidad sufren, en consecuencia, impactos no deseados, que serían evitables si se descubren en la etapa de diseño del proyecto, es decir antes de la ejecución, por ello es importante tener en cuenta las principales causales de diferencias, que afectan el costo, tiempo y calidad de los proyectos, las cuales han sido estudiadas con anterioridad por otros autores.

Desde la década de los noventa se ha evaluado cuales son las principales causales de pérdida que se originan en un proyecto de construcción, algunos autores han estimado que entre un 40% a 50% del tiempo total destinado al diseño que es posible optimizar, y entre el 20% a 30% del período de construcción total posible de mejorar producto principalmente de deficiencias en diseño y coordinaciones de especialidades, podrían mejorarse si se tiene en cuenta estas falencias y se cuenta con herramientas para disminuirlas. Dentro de las principales causas de una mala coordinación de proyectos y tomando en cuenta, se encuentran: falta de comunicación entre los participantes, no se utilizan herramientas tecnológicas adecuadas para coordinar, ausencia de una entidad coordinador y problemas contractuales entre las partes.

Se observa que estas causas de ineficiencias en la etapa de ejecución de los proyectos coinciden con los elementos detectados de problemas en esta etapa, que en resumen son: depende directamente de los diseños iniciales del proyecto, es decir, de los resultados de la fase de diseño del proyecto, la transmisión de la información de una etapa del proyecto a otra y la toma de

decisiones inmediatas, cuya repercusión puede marcar el destino de un proyecto. Estos elementos son los que inciden directamente en los principales problemas que existen en la ejecución de una obra de construcción entre los que se pueden mencionar: atrasos en la entrega de la obra, seguido de aumentos en los costos finales de la obra e información faltante en cada proyecto particularmente la falta de detalle de la arquitectura. De acuerdo con lo anterior, en la figura se ilustran los elementos de la etapa de ejecución de obra con sus causas.

Figura 7. Elementos de la ejecución de Obra que presenta problemas.



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

4.3.2. Metodología BIM en la ejecución de la obra

La metodología BIM (Building Information Modelling), modelado con información para la construcción, se basa en modelos paramétricos, esto quiere decir que es “una representación digital de un objeto a la cual se le ha incorporado reglas, características y definiciones que determinan el modo en que los elementos

componentes del modelo se relacionan entre sí en el espacio virtual”, para poder denominarlos paramétricos y ser parte del modelado BIM, deben cumplir ciertas reglas, tal como se observa en la figura 3.

Además, el BIM permite a sus usuarios diferir el enfoque del proyecto, su alcance, la complejidad que este puede tener y llegar a niveles de detalle precisos y por último profundizar en el modelo de información basado en modelos gráficos en 3D, basados en diseños paramétricos correspondientes al ciclo de vida de los proyectos y alimentado de acuerdo con trabajos colaborativos, tomando el concepto de trabajo en la nube, es decir que todos los diseñadores (arquitecto, ingeniero estructural e ingeniero eléctrico), deben trabajar sobre el mismo modelo.

Figura 8. Características de un modelo Paramétrico.

Ser digital	• Sus componentes deben ser fácilmente identificables (saber qué es cada uno) y asociables a reglas paramétricas
Espacial en 3D	• Su características es modelado del proyecto en 3D
Ser paramétrico	• Incluir comportamiento de sus componentes como propiedades mecánicas, eléctricas, lumínicas, secuencias de construcción e instalación, materiales, dimensiones, relaciones entre elementos
Análisis posteriores	• Análisis estructural, análisis energético, análisis de iluminación, extracción de cantidades de obra, presupuestación del proyecto.
Consistentes y no redundantes	• Esto se ilustra cuando se hace una modificación de un elemento y se actualizan automáticamente todas las vistas del modelo.
Coordinado	• Las vistas y los análisis que se realicen sobre el modelo deben seguir procesos ordenados
Mesurable	• Cuantificable y poder ser dimensionado.
Comprensible	• Comunicativo, capaz de desempeñarse como herramienta para la construcción.
Accesible	• Para la totalidad de los implicados (AEC) en el proyecto de construcción mediante una interfaz intuitiva.
Trazabilidad	• Que se pueda usar durante todas las fases del proyecto, desde la concepción hasta la operación

Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Cabe aclarar que el proceso del ciclo no puede continuar si no pasa del estado de diseño que se divide en: programación, diseño conceptual, diseño detallado, análisis y abarca todo el ciclo de vida del proyecto de construcción, el cual está constituido por las etapas que atraviesa una edificación desde su concepción hasta el fin de su vida útil. La figura muestra las diferentes fases que configuran el ciclo de vida de una edificación.

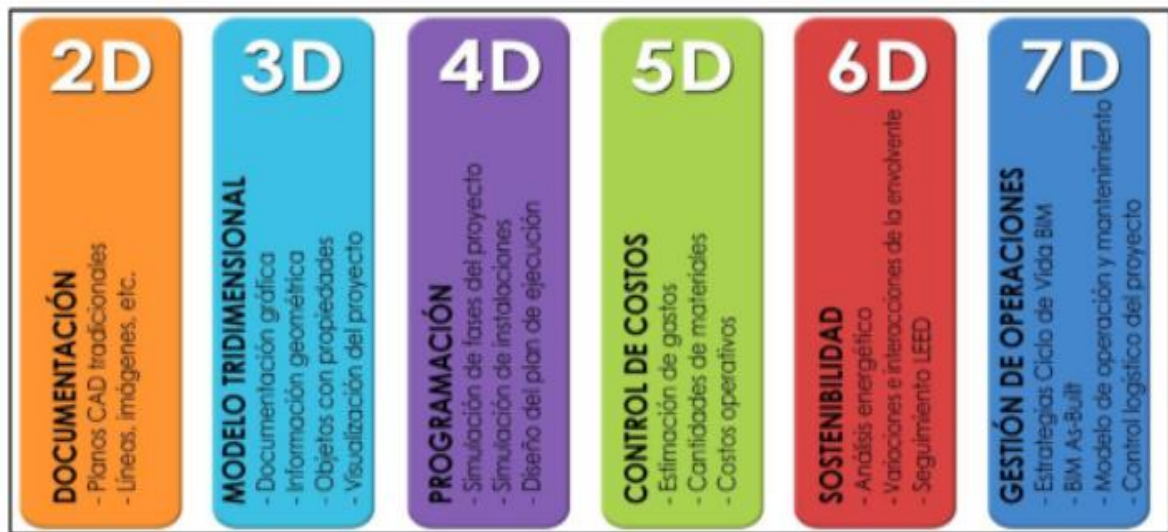
Figura 9. Ciclo de vida de un proyecto Bim



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Dentro del modelado BIM, existe no solo 3D para los modelos, también se integran las 4D y 5D que incluyen los planes de obra y se maneja la logística y el control de la construcción, control, presupuesto y programación de proyectos enfocados a los entornos más gerenciales de un proyecto. En la figura, se muestran las diferentes dimensiones de BIM.

Figura 10. Dimensiones BIM



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Estos proyectos son basados y calificados de acuerdo con el tipo de LOD (Level of Development) que tenga cada diseño de proyecto, enfocado en el detalle que requiera el cliente ampliando la complejidad y horas de trabajo, los más usados en proyectos de alta calidad son de LOD (Level of Development) 350 y 400.

Los procesos de modelado BIM poseen ventajas importantes sobre otros sistemas, dado que favorece, entre otros, la disminución de interferencias y entregan información paramétrica asociada a un modelado en tres y cuatro dimensiones que apoyan la gestión de los proyectos, particularmente en la ejecución de obra, las herramientas BIM aportan favorablemente en la gestión de un proyecto, mejorando la conexión entre la propuesta y el diseño final a través de la visualización 3D y 4D del proyecto, el cual contiene información de las demás especialidades en la misma plataforma, vale decir, absolutamente integrado y automatizado.

Otra de las ventajas de la utilización del BIM, es que permiten no sólo simular el producto, sino que obtener la secuencia de ejecución mediante la programación 4D, lo que favorece la interacción con todos los involucrados del proceso, mejorando en la consecuencia de un lenguaje común entre arquitectura, cálculo y especialidades puedan “conversar” sobre la definición del modelo, que permitiría disminuir las inconsistencias en la transmisión de información de una etapa a otra, sin embargo, vale la pena resaltar que esto no garantiza el éxito del proyecto, dado que se requiere de un proceso adecuado de gestión y coordinación para obtener mejores resultados.

En los procesos constructivos actuales, la coordinación de proyectos se realiza generalmente cuando los distintos proyectos de arquitectura e ingeniería se encuentran terminados, por lo que tan sólo se logra una anticipación a los problemas antes de la construcción, pero los costos y el tiempo siguen aumentando en alguna medida, es por ello que para una adecuada implementación de la metodología BIM, es necesario que el proceso de coordinación de proyecto sea incorporada en forma temprana, desde sus inicios, aumentando así su capacidad de impactar en el resultado final del proyecto, en este sentido, un ejemplo del personal que debería hacer parte del equipo de trabajo de un proyecto de construcción se ilustra en la figura.

Figura 11. Equipo Bim.



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Tal como se mencionó en el apartado anterior, un proceso constructivo generalmente está constituido por tres fases: diseño o planificación de obra, construcción o ejecución de obra y mantenimiento de obra, el estudio de este proceso dentro de la metodología de trabajo BIM podría definirse como “un proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su vida útil; es decir, comprende desde el proceso de diseño del edificio, pasando por su construcción, hasta el mantenimiento que pueda precisar durante su existencia”, donde las fases y actividades del proceso constructivo del edificio en el cual se ha dado un mayor aporte sobre la metodología de trabajo BIM se encuentran: 1) visualización del proyecto, 2) presupuestos y cronogramas de obras y 3) calidad y seguridad en la obra, estas fases se describen a continuación.

Figura 12. Fases del proceso constructivo desde el Bim

Etapa	Descripción
Visualización del proyecto	Al tener todos los datos en 3D albergados en una única base de datos, la implementación de BIM facilita e incentiva el uso de las visualizaciones en tiempo real con el fin de comunicar y compartir de manera eficiente la información entre los diferentes especialistas involucrados en un proyecto. Sin embargo —hasta ahora, el desafío de visualizar grandes proyectos BIM en tiempo real simplemente ha sido identificado y está lejos de ser abordado o incluso analizado correctamente. (Johansson et al., 2015: 70)
Presupuestos y cronogramas de obras	Una de las ventajas de implementar BIM dentro del proceso constructivo de un proyecto es que además de contar con modelos en 3 dimensiones, esta metodología de trabajo permite agregar el tiempo como una cuarta dimensión (4D) y el costo como una quinta (5D). Con los avances tecnológicos actuales, es claro que el mayor valor de un gerente de costos en un proyecto constructivo radica en saber manejar perfectamente los modelos 5D, utilizando las herramientas electrónicas necesarias para la planificación de la obra y para proporcionar estimaciones detalladas de los costos en tiempo real. Según Brito y Ferreira (2015: 204) la planificación y el control se relacionan de una manera complementaria, siendo condicionantes para la obtención de los resultados esperados de costo, tiempo y calidad de un proyecto.
Calidad y seguridad en la obra	La información de los proyectos de construcción desarrollados a través de los modelos con la metodología de trabajo BIM se encuentra albergada en una única base de datos virtual, permitiendo que con el control de todos y cada uno de los procesos constructivos se obtenga como resultado final un producto con altos niveles de calidad y confiabilidad. Para Juran (1998), citado por Chen y Luo (2014: 64) la calidad de un producto se refleja en su capacidad para satisfacer necesidades expresadas o implícitas y en las características internas de un producto terminado,

Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Se puede evidenciar a partir de la información presentada en la tabla anterior, que la implementación de la metodología de trabajo BIM en los procesos de construcción de obra, poseen ventajas importantes que permiten mejorar en los aspectos donde se presentan falencias en la etapa de ejecución de obra, sin embargo, es importante tener en cuenta que también existen limitaciones en el modelado de la información que pueden dificultar el establecimiento preciso de las características de un objeto determinado, de acuerdo con lo expuesto, entre ellas, las que pueden preocupar inicialmente a los arquitectos que

empiecen a utilizarlas, son las de tipo formal, falta de conocimiento de la herramienta y falta de personal capacitado en la coordinación BIM, en relación a los problemas o causales que generan mayores inconvenientes para la implementación de las herramientas BIM se pueden mencionar los siguientes:

Figura 13. Dificultades al trabajar con el Bim

Dificultad	Porcentaje
Integración con el equipo de trabajo	16,1%
Resistencia del equipo en cambiar la metodología de trabajo	13,6%
Necesidad de formación de mano de obra especializada	12%
Tiempo necesario para la implementación de la tecnología en la empresa	11,2%
Poca compatibilidad con las herramientas hasta ahora utilizadas	10,8%
Costo elevado para la adopción de las herramientas	10%
Complejidad de la tecnología	9,2%
Dificultad para el aprendizaje de las herramientas	8,6%
Poco material para el aprendizaje: manuales, libros y bibliografía sobre el tema	8,5%

Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Teniendo en cuentas las ventajas y limitaciones de la metodología BIM en el proceso de construcción de obra, en su fase de ejecución, se describen los elementos o actividades del modelado BIM, que pueden ser aplicables en direccionamiento a la ejecución del proyecto ya planeado en las anteriores fases, es importante siempre tener en cuenta la integración de calidad, recursos, costos, riesgo y adquisiciones.

Figura 14. Servicios del BIM Aplicables en la Ejecución

Servicio	Descripción	Entregables
Gestión de actualización BIM 3D	Actualización del modelo BIM 3D teniendo en cuenta los cambios realizados durante la construcción del proyecto.	Planos de taller actualizados, modelo BIM actualizado, administración de documentos.
Gestión de actualización BIM 4D	Actualización del modelo BIM 4D teniendo en cuenta los cambios realizados durante la construcción del proyecto.	Modelado BIM 4D ajustado
Gestión de actualización BIM 5D	Actualización del modelo BIM 5D teniendo en cuenta los cambios realizados durante la construcción del proyecto, actualizando el presupuesto en tiempo real, a partir de la modificación de cantidades de obra, cuantificación de materiales para compras y manejo de almacén.	Modelado BIM 5D ajustado, tabla de cantidades de obra BIM actualizada
Construcción de proyectos arquitectónicos y urbanísticos	Desarrollo de la gestión de construcción por administración delegada, precio unitario o llave en mano de proyectos arquitectónicos y urbanísticos en los usos del suelo requeridos.	Proyectos construidos, remodelaciones, adecuaciones, información para mantenimiento y puesta en marcha
Gerencia de proyectos	Estructuración de la dirección de proyectos basado en buenas prácticas, gestionando e integrando las diferentes áreas de comunicación, contratación. Riesgos, costos, cronograma, alcance, control y recursos humanos, antes, durante y en la entrega de cada proyecto.	Plan de gerenciamiento

Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

Vale la pena resaltar que, estos servicios se usan para la fase de ejecución en particular, en el supuesto de que la etapa de diseño haya sido desarrollada también en la metodología BIM, en caso contrario, el proceso de implementación requiere otros servicios tales como: diseños arquitectónicos, estructurales, redes sanitarias, eléctricas de gas de BIM, coordinación BIM, simulación de la programación de obra BIM entre otros.

4.3.3. Manual de ejecución de obra con base en el BIM

Este capítulo tiene por objetivo presentar el manual de ejecución de obra con base en la metodología BIM, descrita anteriormente, de manera que aporte en la resolución de los principales problemas de ejecución de obra que se presentan en el desarrollo de los proyectos de construcción. En primer lugar, se realiza una descripción detallada de los componentes de la metodología BIM, seguido de una comparación entre metodologías tradicionales y la metodología BIM, para poder determinar las fases o elementos de aplicación de esta metodología en la ejecución de obra y con base en estos elementos diseñar el manual propuesto.

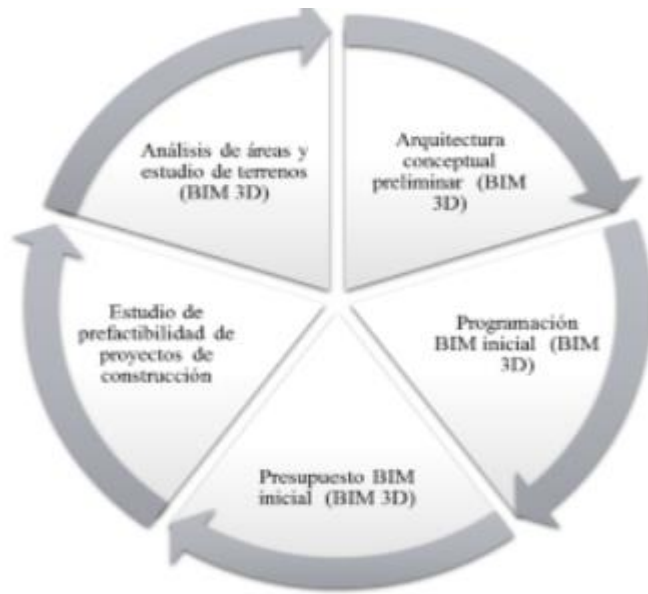
4.3.4. Componentes de la Metodología BIM

Los procedimientos de BIM tienen diferentes fases dentro de su organización que sirven para cada una de las fases de construcción de un proyecto de obra y se usan desde la planeación hasta el seguimiento y control, tal como se describe a continuación:

4.3.5. Servicios en Fase de inicio de Proyectos

En esta fase se desarrollan las diferentes tareas para la gestión del alcance del proyecto, donde se establecen restricciones en tiempos, costos y magnitud, tomando como base una empresa que ya tiene establecidos los procedimientos BIM.

Figura 15. Fase inicial de proyectos Bim

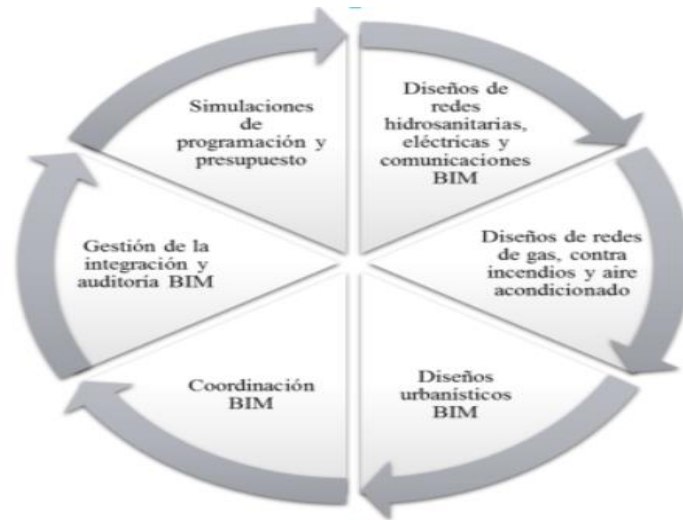


Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

4.3.6. Servicios en Fase de Planeación de Proyectos

En esta fase de planeación y diseños se trabaja por la integración de las diferentes actividades de planeación de los proyectos; es decir la coordinación de cada uno de los diseñadores por medio de herramientas magnética o presenciales donde se determina el proceso de construcción de calidad BIM en los proyectos. Los servicios asociados se pueden observar en la figura.

Figura 16. Servicios en fase de Planificación

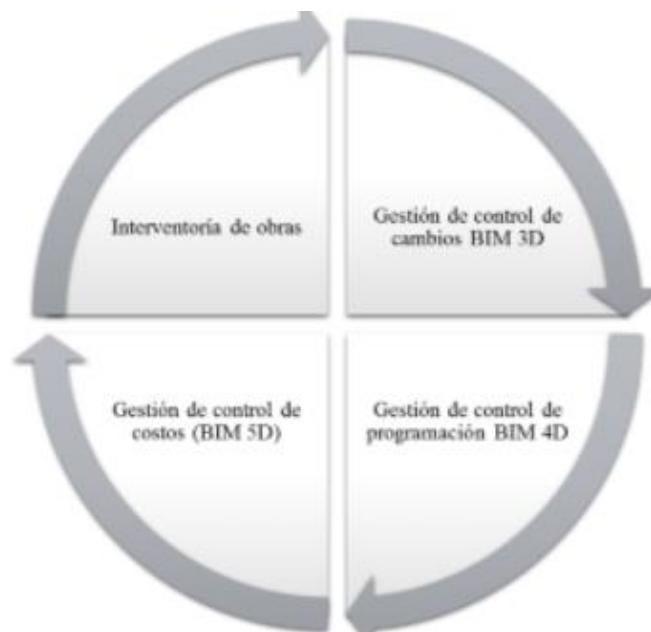


Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

4.3.7. Servicios en Fase de Seguimiento y control de Proyectos

En esta fase se desarrollan trabajos de supervisión y control para mantener los lineamientos iniciales del proyecto, y de esta manera agilizar los procesos de adecuación y cambios que se presenten dentro el proceso constructivo; garantizando una construcción uniforme y con altos estándares de calidad.

Figura 17. Fase de Seguimiento y control

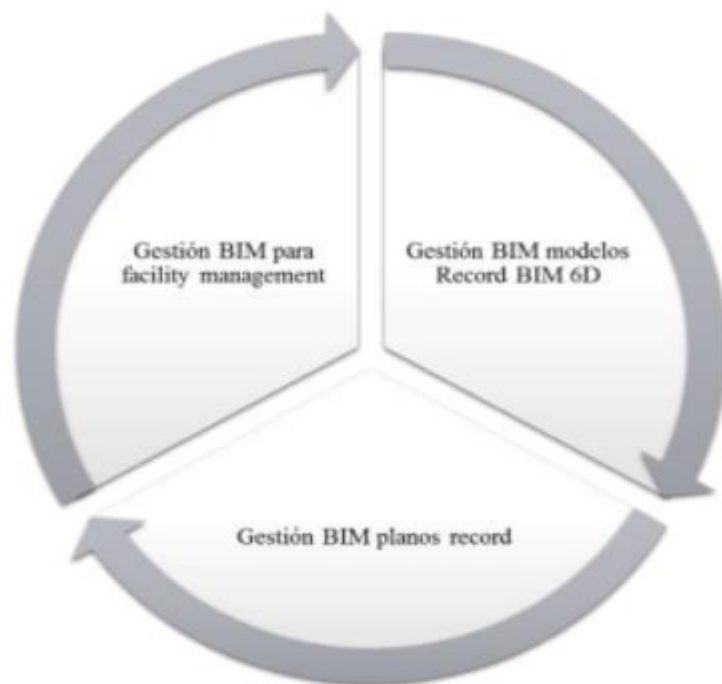


Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

4.3.8. Servicios en Fase de Cierre y Puesta en Marcha de Proyectos

En esta fase se trabaja con la unificación de toda la información del proyecto que lleva a agilizar y optimizar el cierre del proyecto, se hace por medio de elaboración de documentos de construcción correspondientes a las cartillas de entrega a la obra en modelos récord y manuales de funcionamiento.

Figura 18. Servicios en fase de Cierre e Inicio de Proyectos



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

Los servicios presentados en cada una de las fases de los proyectos sirven de base para el manual de implementación de la metodología BIM en la fase de ejecución, dado que, entregan los conceptos y vocabulario adecuado para hacer la transición y manejar el proyecto desde este enfoque.

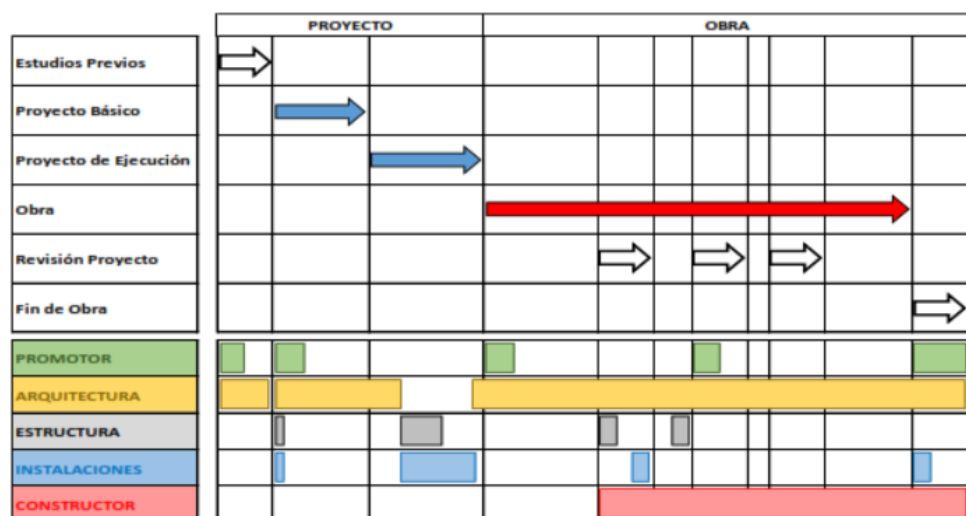
4.3.9. Comparativo metodologías tradicionales y metodología BIM

Dentro del proceso constructivo tradicional, o como algunos autores lo denominan “clásico”, se cuentan con diferentes metodologías para el diseño de los proyectos de construcción, sin embargo, la metodología CAD es la más conocida y también la más usada por los diseñadores de proyectos de construcción, es por ello que en este numeral se plantea un comparativo de esta metodologías con el fin de determinar las necesidades de información y transferencia de información en la fase de ejecución de obra.

4.3.10. Metodología CAD

Los agentes que intervienen en la metodología CAD que se muestran en la figura, intervienen en las etapas de planeación y cierre de un proyecto dependiendo de su perfil. En esta metodología se puede evidenciar que las actividades no son simultáneas, es decir, debo esperar en la etapa de planeación que mis antecesores terminen su intervención para actuar y comenzar con la fase de ejecución, con las problemáticas ya mencionadas en el capítulo anterior.

Figura 19. Metodología CAD, Ejecución y Tiempo



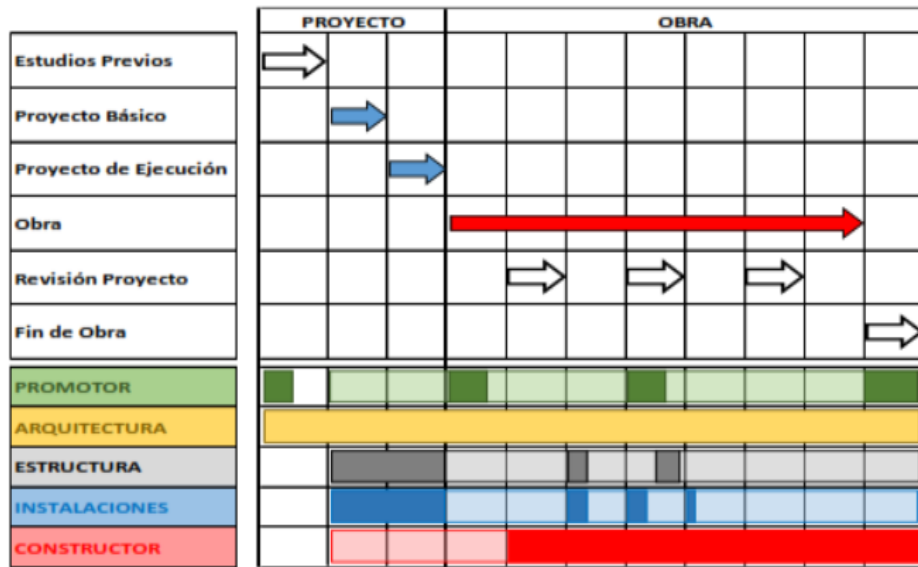
Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

En este caso, es el promotor quien realiza unos estudios para que el Arquitecto pueda entrar a realizar sus diseños, una vez termina el Ingeniero estructural realiza sus diseños, cosa que a la vez realiza los Ingenieros de Instalaciones pero cada uno de ellos sin tener en cuenta el diseño de cada interventor y por último, luego de que haya reprocesos por cambio de versiones, intersecciones entre diseñadores y demás errores por corregir, se entrega una cartilla al constructor pero sin parar el procedimiento del cambio constante en los diseños.

4.3.11. Metodología BIM

En la metodología BIM este procedimiento tiene un cambio radical, donde intervienen los mismos actores que han venido trabajando en la Metodología CAD, pero con la diferencia radical, que estos trabajan simultáneamente y la información es totalmente verídica al momento de realizar la cartilla final al constructor, donde todos los planos cuentan con el mismo número de versión y cuentan con una gran coherencia, mitigando considerablemente los reprocesos, tal y como se muestra en la figura, donde los tiempos se reducen, las actividades son simultáneas y adicional a esto, los actores intervienen en ciertas etapas de la obra pero tiene la posibilidad de dar seguimiento desde el inicio hasta el final.

Figura 20. Metodología BIM, Ejecución y Tiempo



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León

4.3.12. Elementos de transición de Metodologías

Lo más importante para el diseño del manual de ejecución de obra es tener claridad en las necesidades y limitaciones de una transición del modelo clásico o tradicional al modelado con BIM, dado que, inicialmente, la ejecución de obra comenzaría con los diseños y datos en la metodología clásica, antes de lograr una transición completa a la metodología BIM para la construcción de proyectos de obra que incluya desde la fase de diseño hasta el seguimiento y control del proyecto. En este sentido y tal como se evidencia en la tabla, se deben tener en cuenta las compatibilidades de información y transferencia de la misma para los diseñadores y gerentes de proyectos que esperan incluir la metodología BIM en sus procesos.

Figura 21. Interoperabilidad en Procesos BIM

Especialidad	Extensión	Ejemplo de software
CAD	DXF, DWF, DWX, .DWG, DXF, SAT, IGES, IFC.	AutoCAD, Mesas de dibujo 2D.
BIM	RVT, RTD, NWC, formatos basados en ISO-STEP.	Autodesk Revit, Autodesk Robot, Autodesk Navisworks.
GEOREFERENCIAS	GEO.	AutoCAD Civil 3D, Google Earth.
MICROSOFT	XLS.	Excel.
OTROS	TXT, CSV, DAT.	Intercambio entre software

Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

Existen limitaciones para lograr el cambio efectivo entre la metodología tradicional y la BIM, entre las que se pueden mencionar: necesidad de personal capacitado, no solo en el modelado BIM, sino en la gestión y coordinación de proyectos BIM en sus diferentes dimensiones, necesidad de comunicación efectiva entre los diferentes participantes del ciclo de vida del proyecto. De una manera general, este autor describe el proceso de transición, tal como se presenta en la figura.

Figura 22. Transición metodología tradicional a metodología BIM



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

4.4. DISEÑO DEL MANUAL DE EJECUCION DE OBRA CON METODOLOGIA BIM

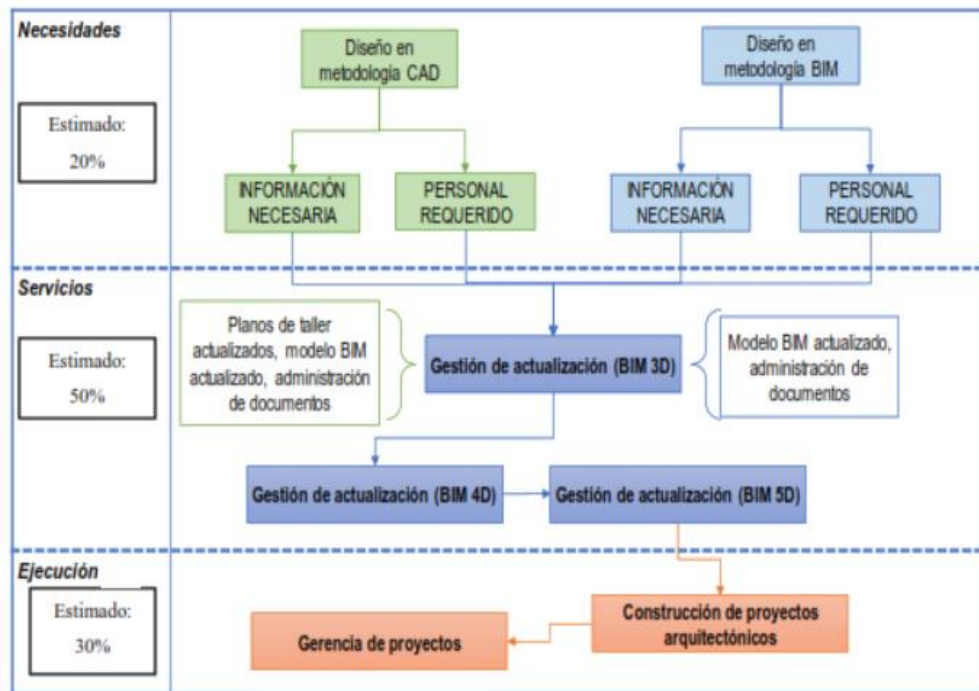
Para el diseño del manual se han tomado los elementos mencionados en numerales anteriores, de la metodología BIM en las diferentes fases del proceso y las necesidades de transición del modelo tradicional al modelado y gestión de proyectos BIM. La presentación del manual se realiza comenzando con la descripción de las partes que lo componen, luego la descripción de cada una de estas partes y finalmente la presentación del manual como tal.

4.4.1. Partes del manual

En primer lugar, el manual incluye las necesidades para la implementación de la metodología BIM, en los dos casos: si el proyecto fue diseñado en BIM o si el proyecto fue diseñado en la metodología tradicional, dado que, dependiendo de cada caso, los pasos para la implementación son diferentes. Estas necesidades definidas en: tipo de información necesaria y el personal requerido para el comienzo de la ejecución de la obra.

En segundo lugar, el manual describe los servicios de la metodología BIM asociados a la ejecución de obra, con los requerimientos necesarios y en tercer y último lugar, el manual presenta los pasos de la fase de ejecución de obra, realizados por medio de la metodología BIM. De esta manera, la organización del manual se presenta gráficamente en la figura.

Figura 23. Contenido del manual de ejecución de obra



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

De acuerdo con el contenido presentado, se realiza la descripción de cada una de las etapas del mismo.

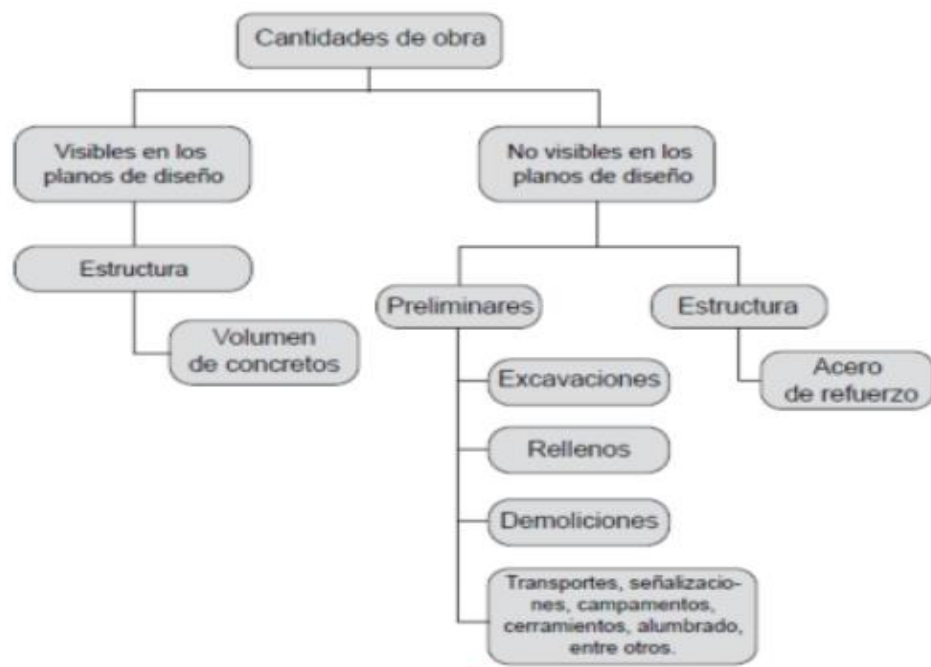
4.4.2. Etapas del manual

En este numeral se describen las etapas del manual de ejecución de obra basado en la aplicación de la metodología BIM, presentadas de manera general en la figura, que son: definición de necesidades, implementación de servicios BIM y ejecución de obra BIM.

Definición de necesidades: esta etapa define las necesidades de información y de personal que se requieren para iniciar la ejecución de obra desde la metodología BIM y se dividen en dos partes: cuando la etapa de diseño se realizó en BIM y cuando se realizó en la metodología tradicional.

En el caso en que la etapa de diseño se haya realizado con base en la metodología tradicional se requiere toda la información de diseños: arquitectónicos, técnicos, estudio de suelos, estructurales, urbanísticos, hidráulicos y eléctricos, de redes de gas, contra incendio y aire acondicionado. Además, se requieren los cronogramas de programación de la obra, los presupuestos y cantidades de obra calculadas en la etapa de diseño. En este último aspecto referente a las cantidades de obra, se pueden tener de varios tipos, que se deben tener en cuenta.

Figura 24. Clasificación de cantidades de Obra



Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

En relación con el personal requerido, se debe contar con personal que tenga conocimiento en la metodología BIM y que pueda transformar la información de la metodología tradicional a los servicios de gestión de la actualización de la metodología BIM, para poder continuar con la ejecución de la obra.

En el caso en el que se hayan realizado los diseños en la metodología BIM, se requiere información de la etapa de fase inicial y fase de planeación, en general se recibe el modelo en BIM, el cual debe contener toda la información mencionada: arquitectura conceptual preliminar (BIM 3D), programación BIM inicial (BIM 3D), presupuesto BIM inicial (BIM 3D), estudio de prefactibilidad de proyectos de construcción, análisis de áreas y estudio de terrenos (BIM 3D), diseños de redes hidrosanitarias, eléctricas y comunicaciones BIM, diseños de redes de gas, contra incendios y aire acondicionado, diseños urbanísticos BIM, Coordinación BIM, gestión de la integración y auditoría BIM y simulaciones de programación y presupuesto.

En cuanto al personal requerido, se necesita personal con conocimiento en el modelado BIM, y en Coordinación BIM.

Implementación de servicios BIM: esta etapa define la gestión de actualización del modelado BIM, con base en la información de la etapa anterior, tanto en los diseños, cronograma y presupuesto de la obra para comenzar la ejecución. Para ello se utilizan los servicios de la metodología BIM: Gestión de actualización (BIM 3D), Gestión de actualización (BIM 4D) y Gestión de actualización (BIM 5D), el tiempo que demore esta etapa va a depender del tipo de información inicial que se tenga. Esto quiere decir que en el caso en se haya realizado la fase de diseño en la metodología tradicional el tiempo va a ser mayor, que si se realizó en la metodología BIM y va a depender de la experticia del personal contratado para la ejecución de estos servicios de la metodología.

También debe tenerse en cuenta que existen actividades de la fase de seguimiento y control que se deben realizar paralelamente a la etapa de ejecución de la obra, con el fin de contar con la información necesaria para el adecuado cierre de la obra.

Ejecución de obra BIM: esta etapa se enfoca en la ejecución como tal del proyecto de obra diseñado, con base en la metodología BIM, para lo cual se utilizan principalmente los servicios de: construcción de proyectos arquitectónicos y gerencia de proyectos.

Estos servicios se enfocan en el desarrollo de la gestión de construcción por administración delegada, precio unitario o cantidades de obra de proyectos arquitectónicos y urbanísticos en los usos del suelo requeridos, con base en la información de la fase de diseño. Como resultado, se tienen los proyectos construidos, remodelaciones, adecuaciones, información para mantenimiento y puesta en marcha.

En la gerencia de proyectos se tiene la estructuración de la dirección de proyectos basado en buenas prácticas, gestionando e integrando las diferentes áreas de comunicación, contratación: riesgos, costos, cronograma, alcance, control y recursos humanos, antes, durante y en la entrega de cada proyecto.

Como resultado se obtiene el plan de gerenciamiento que será la base del informe de cierre y ejecución del proyecto. Las etapas que se requieren para la ejecución efectiva de la obra son: contratación del personal, fase de construcción de estructuras, fase de mampostería, fase de acabados, fase final, las cuales se detallan en la figura.

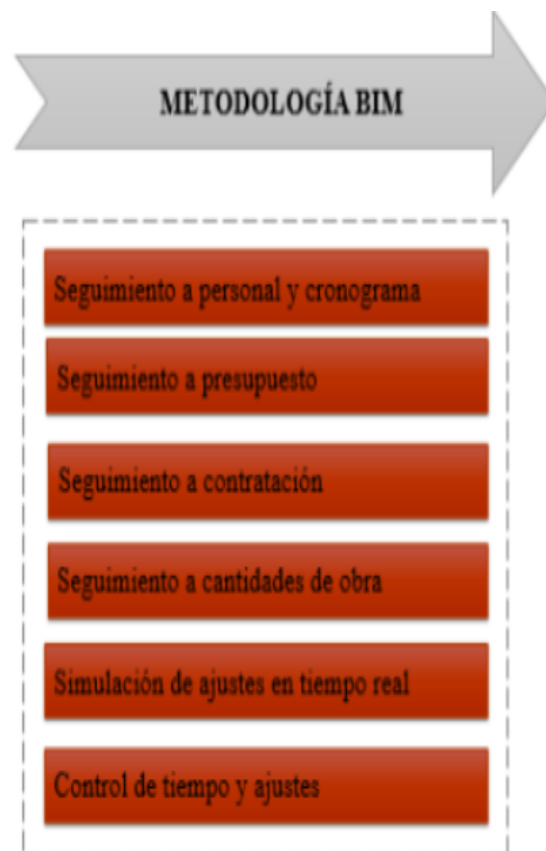
Figura 25. Etapas de la ejecución de Obra

Contratación	Estructuras	Mampostería	Acabados
<ul style="list-style-type: none">• Jefe de seguridad• Jefe de Obra• Jefe de calidad	<ul style="list-style-type: none">• Movimiento de tierras• Cimentación• Estructuras	<ul style="list-style-type: none">• Obra gris• Pisos• Techos• Cubiertas	<ul style="list-style-type: none">• Enchapes• Instalación y accesorios

Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

Finalmente, con base en las etapas descritas con anterioridad se presenta en la figura las actividades de la metodología BIM que se debe realizar en la fase de ejecución de obra.

Figura 26. Actividades metodología Bim en la ejecución de Obra

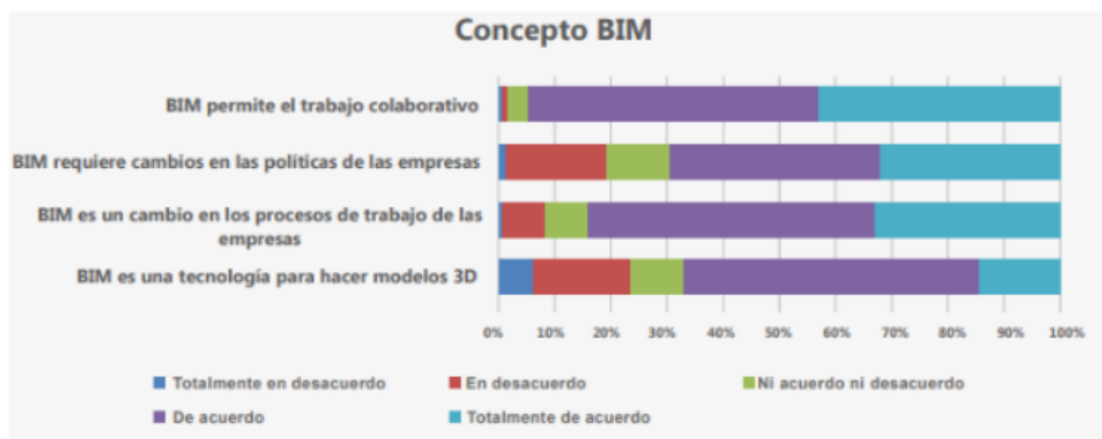


Fuente: Manual para ejecución de obra, Jhonatan Alejandro León.

4.4.3. Concepción BIM para los peruanos

Los siguientes gráficos presentan resultados en referencia al concepto y percepciones que los encuestados tienen sobre BIM. La gran mayoría considera que BIM permite el trabajo colaborativo (>90%) y que BIM es un cambio en los procesos de trabajo de las empresas (>86%). Por otro lado, alrededor del 86% considera que BIM es una tecnología para hacer modelos 3D y que requiere cambios en las políticas de las empresas.

Figura 27. Concepto BIM



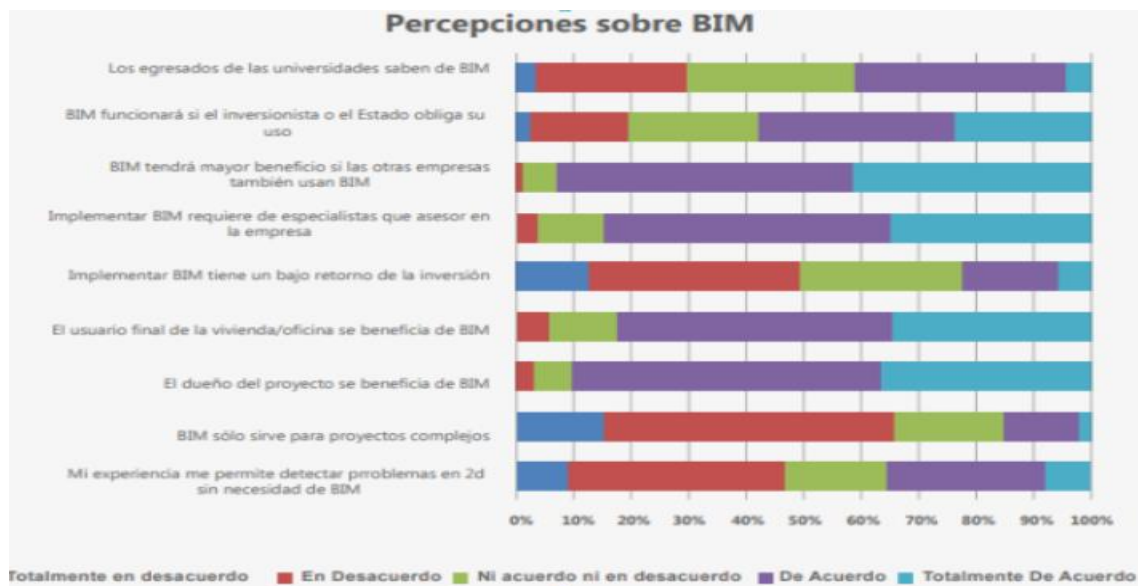
Fuente: Elaboración Propia, 2022

4.4.4. Percepciones sobre BIM en la industria y contextos peruanos

Los siguientes ítems permiten medir cuál es la percepción de los profesionales sobre la influencia de la industria y el contexto de los proyectos, que tienen gran influencia en la difusión BIM. Un 30% de los usuarios considera que los egresados de las universidades saben de BIM. Un 60% considera que BIM se difundirá mejor si el cliente privado o el Estado obliga su uso y más de un 80% considera que las empresas especialistas asesoran para la implementación. Por otro lado, más del 90% considera que BIM

tendría mayor beneficio si otras empresas también usaran BIM. Asimismo, más del 76% considera que BIM tiene beneficios para el cliente del proyecto y usuarios finales. Este resultado es interesante y contradictorio, ya que la mayor difusión BIM viene por el lado de las contratistas generales sin participación mayoritaria de los clientes.

Figura 28. Percepciones sobre el Bim



Fuente: Elaboración Propia, 2022

4.5. EXPLICAR LAS INCOMPATIBILIDADES DE LOS PROYECTOS QUE NO SON EJECUTADOS, APLICANDO METODOLOGIA BIM

Las principales diferencias entre AutoCAD y Revit son:

- AutoCAD tiene un enfoque CAD geométrico, mientras que Revit tiene un enfoque CAD de modelado 3D.
- AutoCAD cubre muchas funciones de la industria, mientras que Revit se enfoca en industrias de diseño de edificios.
- AutoCAD te ofrece datos basados en sus objetos de diseño, mientras que Revit le ofrece datos sobre la construcción de sus modelos.

- AutoCAD se considera mejor para el dibujo en 2D, mientras que Revit es mejor para modelar y obtener estimaciones de costos.
- AutoCAD es más flexible de usar, mientras que la plataforma Revit es más rígida.
- AutoCAD está disponible en ordenadores Windows y Mac, así como en dispositivos móviles, mientras que Revit solo está disponible en sistemas operativos Windows.
- AutoCAD es más difícil y requiere más tiempo para la modificación de proyectos, mientras que Revit lo hace fácil.

Ventajas del método tradicional

Trabajo de línea preciso para geometrías 2D. Si desea una herramienta de dibujo asistida por ordenador que le brinde un control completo sobre el dibujo en 2D, Autodesk AutoCAD sigue siendo la primera y mejor opción. Su gran cantidad de formas de manipular geometrías significa que puede usarlo para diseñar lo que desee, lo que lo hace ideal para cualquier arquitecto (o cualquier otra persona) que esté comenzando desde el comienzo de una idea. Esta cantidad de detalles que tienen los usuarios a menudo se señala como la característica que hace que AutoCAD sea tan intimidante de aprender, pero una vez que lo domine, será recompensado con todas las herramientas que necesita y más.

Flexibilidad para objetos 3D. Aunque comenzó como un programa 2D, AutoCAD también ha agregado un componente 3D sólido (juego de palabras) a sus características de diseño. Y al igual que con su uso original, AutoCAD pone una gran cantidad de control en sus manos cuando está diseñando en 3D. Sus herramientas de superficie, malla y sólidos le permiten personalizar sus modelos CAD en 3D más allá de los límites estrictos de los parámetros con los que comenzó.

Esa es la belleza de la confianza de AutoCAD en las geometrías: debido a que las usa como formas puras, no hay límites de uso preconcebidos, lo que significa que puede dejar volar su imaginación tanto como quiera mientras diseña.

Personalización del espacio de trabajo. Los usuarios siempre se quejan de que la pronunciada curva de aprendizaje de AutoCAD proviene de su enorme variedad de herramientas y funciones, y aunque no están equivocadas, gran parte de eso se puede aclarar tan pronto como descubra lo que necesita para un trabajo. Para mantener su espacio de trabajo manejable sin comprometer su amplitud, AutoCAD le permite crear áreas de trabajo y cintas de herramientas personalizadas. Debe tener un conocimiento práctico de lo que está disponible, así como de lo que implica su trabajo específico, pero una vez que lo haya descubierto, es muy fácil comenzar a trabajar.

Integración de archivos PDF y visualización en la nube para compartir. Llevar un diseño hasta la línea de meta a menudo requiere un equipo, a veces de personas que trabajan al otro lado del mundo entre sí, con diferentes zonas horarias y accesibilidad de ordenador.

Afortunadamente, AutoCAD tiene varias opciones para mantener a los compañeros de trabajo sincronizados. Uno de sus grandes pasos hacia adelante es la capacidad de AutoCAD para cambiar archivos PDF a su tipo de archivo .dwg propietario, de modo que si los diseños originales necesitan ser modificados o referenciados, sus versiones PDF pueden ser leídas y editadas por los usuarios de AutoCAD.

Esto es excelente para acceder a archivos y mantener las versiones bloqueadas hasta que llegue la persona adecuada para editar. AutoCAD también ofrece una función de visualización basada en la nube, que permite que más de un usuario vea un archivo CAD al

mismo tiempo. Aunque la edición grupal al mismo tiempo no es posible.

Desventajas del método tradicional

Algunas de las ventajas de Autodesk AutoCAD pueden cambiarse para convertirse en inconvenientes dependiendo de para qué esté utilizando el software; sin embargo, existen algunas fallas en el sistema que afectan a la mayoría de los trabajos de diseño que realizará.

Curva de aprendizaje pronunciada.

Sí, puede personalizar las herramientas y las cintas de funciones que ve cuando abre AutoCAD; sí, eso lo hace menos intimidante que el alcance completo de sus ofertas. Pero antes de saber cuáles necesita seleccionar, deberá escalar la curva de aprendizaje notoriamente empinada de AutoCAD para descubrir cómo funciona todo y ver qué se adapta mejor a usted. No es fácil, y si no tienes el maestro o el material de orientación adecuados, puede resultar enormemente frustrante. Sin embargo, dado que este es un problema universal para los usuarios de AutoCAD, hay muchos cursos y paquetes de capacitación de autoaprendizaje que puede encontrar en Internet, ya sea en el propio sitio de capacitación de Autodesk, su comunidad de usuarios de AutoCAD o un educador de CAD externo. Conectarse con alguien que pueda mostrarle los alrededores marcará la diferencia a medida que aprende.

Capas no sincronizadas.

El sistema de capas de AutoCAD es ideal para cuidar cada detalle necesario al diseñar nuevas piezas. Desafortunadamente, esa función de capas no sincroniza automáticamente las ediciones o los cambios en todo el diseño, lo que requiere que los usuarios se aseguren manualmente de que se replica en todos los lugares donde debería

estar para obtener el efecto completo. Especialmente los equipos tienen que estar muy atentos y actualizados al 100% en todos los ámbitos para que el trabajo de una persona en el borrador incorrecto no le cueste al resto del grupo el tiempo o el dinero necesarios para las correcciones minuciosas.

Entrada manual de información de componentes.

Las geometrías vacías con las que trabaja en AutoCAD son pizarras en blanco, lo que significa que podrían ser cualquier cosa que desee. Excelente para la imaginación, terrible para la información de componentes consistente en todos sus diseños. Debe escribir manualmente los detalles de cada parte, incluso si representan aspectos o medidas con las que trabaja de forma regular. Puede mitigar esto un poco comprando uno de los módulos específicos de la industria de AutoCAD, pero incluso entonces, no estará completamente cubierto, y si no está diseñando en una de sus industrias representadas, todavía no tiene suerte.

Ventajas de la Metodología Bim

El software Revit representa una nueva y poderosa etapa en los programas CAD. Tiene una serie de características BIM que lo convierten en el favorito de los usuarios que participan en la gestión de estructuras.

Toda la información de la modelo integrada. A diferencia de AutoCAD, Revit no requiere que el usuario trabaje en capas separadas para cada componente de un diseño. Revit le permite trabajar en un modelo 3D mientras genera automáticamente múltiples puntos de vista, traduce los cambios en todos los aspectos y permite que varios usuarios trabajen en el mismo diseño a la vez. Estas herramientas detrás de escena le permiten concentrarse en la creación sin preocuparse de si el resto de su diseño se pondrá al día.

También es una excelente función de trabajo en equipo, ya que todos los cambios y la información están contenidos en el archivo de modelo de Revit en vivo en lugar de capas separadas.

Amplia información de construcción automática.

Hablando de información importante, Revit genera automáticamente información sobre su diseño a medida que lo hace que puede aprovechar fácilmente en estimaciones de precios, cantidades de material que necesitará en el mundo real y cómo esos materiales se mantendrán entre sí. Y si alguno de estos cambia en algún momento del proceso de diseño, también lo hará esta información. Es como si estuvieras construyendo un modelo de Revit con materiales reales, lo que elimina muchas de las conjeturas y las compensaciones por esas conjeturas cuando pasas a la siguiente fase.

Simplifica el mantenimiento y las actualizaciones.

Debido a la forma dinámica en que los cambios se integran automáticamente en un diseño, además de su gran cantidad de información de construcción, Revit también facilita el mantenimiento de la construcción y las estructuras. Como usuario, tiene acceso a su función de archivos de diseño, lo que significa que puede almacenar planes en la nube y tomarlos cuando sea necesario para actualizarlos o hacer referencia a ellos. Toda esa información estará ahí esperándote cuando la necesites.

Análisis de rendimiento.

Revit también ofrece a los usuarios acceso a análisis de rendimiento de sus diseños en condiciones del mundo real. Además de probar cómo funciona un modelo como un edificio en general, cómo se mantiene unido bajo tensión, cómo envejecen sus materiales, etc., puede usar esta información para probar el respeto al medio ambiente de su diseño. Las eficiencias energéticas y otras mediciones pueden

conducir directamente a una construcción que sea mejor tanto para los constructores como para la tierra, lo que permite que todos ganen.

Más fácil de aprender.

Según los usuarios, Revit es más fácil de aprender que AutoCAD debido a su interfaz más limpia. La integración automatizada de Revit de procesos que están separados en AutoCAD también hace que sea más sencillo saltar directamente a sus procesos.

Desventajas de la Metodología Bim

Aunque Revit se ha anunciado como más potente que AutoCAD, tiene sus inconvenientes. Aquí están los detalles sobre algunos que debe conocer antes de invertir en Revit.

Funciona solo en Windows. La limitación del sistema operativo de Revit hace que sea más difícil compartir diseños que inherentemente van a necesitar mucho trabajo en equipo. Si sus compañeros de trabajo, inversores o cualquier persona que trabaje con sus diseños de Revit usan una Mac, tendrán que encontrar un ordenador con Windows para ver sus planes. Si bien eso puede no ser un punto de ruptura para usted, definitivamente vale la pena saberlo antes de comprar para asegurarse de que no interfiera con su flujo de trabajo.

Precio más alto. En comparación con AutoCAD, las suscripciones a Revit son uniformemente más caras. Su plan de tres años sigue siendo la mejor opción, pero le costará alrededor de \$ 1,000 más que el de AutoCAD. Haga los cálculos para ver si puede manejar ese tipo de costo inicial antes de tomar su decisión final. Enfoque industrial más estrecho.

El mayor inconveniente de Revit es su estrecho enfoque en la industria. Aunque muestra una increíble variedad de funciones para la arquitectura, la planificación urbana y otras áreas de diseño basadas en la construcción, brinda una cobertura insatisfactoria, si es que la hay, para las industrias que no están conectadas a ellas. Es un software muy especializado en comparación con AutoCAD y, como tal, no tiene el alcance ocupacional. Si no está seguro de en qué área de diseño quiere entrar, puede que le convenga más aprender primero un programa más general.

CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSION

Los resultados guardan relación favorable con la investigación Realizada de, quien sostiene que la metodología Bim y su implementación al proceso constructivo es de mucha importancia ya que reduce el tiempo y el costo de Obra.

- PANDURO MOZOMBITE, Robert. quien menciona, son muchos de los profesionales con experiencia en BIM han dado muestras claras de satisfacción respecto a otros sistemas de trabajo tanto para la elaboración y ejecución de proyectos de construcción; desde sus puntos de vista la organizada planificación de estos proyectos reduce la cantidad de errores en la ejecución ahorrando un gran índice de presupuestos siendo ampliamente diferenciales en obras de gran envergadura; además el grado de coordinación y el sistema inteligente de trabajo que se utiliza facilita la detección de errores e inconsistencias en los proyectos agilizando a gran medida el tiempo que se requiere para terminar los proyectos.
- LEON SARRIA, Jhonathan Alejandro, quien menciona, La metodología BIM brinda una serie de elementos aplicables durante la ejecución del proyecto, en primer instancia la visualización del proyecto bajo una coordinación de diseños que tiende a eliminar los reproceso en obra disminuyendo sobrecostos y retrasos en la misma, el presupuesto y programación de obra nos permite tener un control total del proyecto, establecer flujo de caja para disminuir sobrecostos y así aumentar la rentabilidad del proyecto.

De acuerdo con la Guía Nacional BIM, se consideran los siguientes beneficios de aplicar BIM en las inversiones públicas:

- Transformación digital: Adoptar BIM significa desprenderse de documentos en físico y avanzar hacia el intercambio de información digital en tiempo real. Se garantiza la transparencia, trazabilidad, mejora en el control de calidad y velocidad de procesamiento e intercambio de información auditable.
- Integración: Tanto la información gráfica como no gráfica de una inversión se pueden integrar y enriquecer con una variedad de conjuntos de datos. Toda esta información puede optimizar el diseño y la planificación de la ejecución de obra, lo que reduce drásticamente el riesgo de retrasos.
- Calidad: Se mejora el monitoreo de las inversiones permitiendo un mayor análisis y control de los estándares de calidad, así como una óptima verificación del cumplimiento de las normas aplicables. Además, a través del trabajo colaborativo, se identifican las interferencias e incompatibilidades de diseño, mejorando los expedientes técnicos o documentos equivalentes. Ello permite reducir las modificaciones durante la ejecución de la obra o los cambios físicos después de la misma.
- Eficiencia: Se reducen costos y plazos durante el desarrollo de las inversiones; además, se efectúa un uso racional de los recursos destinados a la operación y mantenimiento. Esto genera un ahorro de los fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión.
- Mejor comunicación con la ciudadanía: Uno de los principales desafíos que enfrentan las entidades y empresas públicas, sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de

Inversiones, es dar a conocer soluciones complejas a los ciudadanos. El uso de BIM permite simplificar y visualizar la intención del diseño, resaltar los riesgos potenciales y articular las medidas que se implementarán para minimizar los impactos negativos o interrupciones. Esto provoca una mejor comunicación con la ciudadanía, además de promover su apoyo y compromiso con la inversión pública.

- Diseño para fabricación y ensamblaje: Los elementos constructivos que integrarán la obra son considerados y analizados en todas sus partes, desde el diseño hasta su control de calidad. Asimismo, en el diseño para el montaje se tiene en cuenta que los elementos se ensamblarán en un sitio de construcción, lo que permite una mejor calidad del producto instalado.
- Supervisión del avance de obra: La integración de los datos de diseño, costos y programación en un solo modelo de información permite la simulación gráfica en tiempo real. Al agregar la dimensión del tiempo, se garantiza la evaluación de la edificabilidad y la planificación del flujo de trabajo. Esto permite una visualización y comunicación más sencilla de los aspectos secuenciales, específicos y temporales del progreso de la obra.
- Rendimiento de activos: Se permite incorporar en el diseño la información del fabricante. Esto optimiza el uso de materiales o la simulación de diferentes condiciones para mejorar el rendimiento de los activos durante la fase de funcionamiento de la inversión.
- Impacto en el medio ambiente: Al mejorar el proceso de diseño y ejecución de obra se producen menos residuos de construcción, lo que ofrece un entorno de construcción más sostenible. Además, la evaluación de diferentes soluciones en una simulación de rendimiento

de activos puede predecir el consumo de energía y las emisiones de carbono del ciclo de vida real, impulsando soluciones más sostenibles.

- **Transparencia:** Los beneficios detallados contribuyen a una mayor transparencia en la toma de decisiones en todas las fases del ciclo de inversión. Esto se logra mediante la adopción de procesos consistentes para crear, compartir y gestionar la información de la inversión.

Para desarrollar una inversión aplicando BIM es indispensable definir los usos BIM que se van a utilizar. Estos se aplicarán en las inversiones de acuerdo con los objetivos y requisitos de información que sean determinados.

Es importante considerar que los Usos BIM deben aplicarse de acuerdo al nivel de madurez de la gestión de la información BIM de la entidad y a los recursos con los que se cuente.

De acuerdo a la Guía Nacional BIM, se ha definido a algunos de estos Usos como Usos Iniciales. Estos Usos Iniciales son los recomendados para aplicarse en etapas tempranas de adopción de la metodología.

- Levantamiento de condiciones existentes.
- Análisis del entorno físico.
- Diseño de especialidades.
- Elaboración de documentación.
- Visualización 3D y postproducción.
- Coordinación de la información.
- Análisis del programa arquitectónico.
- Estimación de cantidades y costos.
- Revisión del diseño.

- Análisis estructural.
- Análisis lumínico.
- Análisis energético de las instalaciones.
- Análisis de constructibilidad.
- Análisis de otras ingenierías.
- Evaluación de sostenibilidad.
- Supervisión del modelo de información.
- Detección de interferencias e incompatibilidades.
- Planificación de la fase de ejecución.
- Diseño de sistemas constructivos para la ejecución.
- Fabricación digital.
- Planificación de obras preliminares y provisionales.
- Control de equipos para modelaje.
- Modelo de información As-built.
- Gestión de activos.
- Programación de operación y mantenimiento.
- Análisis de los sistemas del activo.
- Gestión y seguimiento del espacio del activo.
- Planificación y prevención de desastres.

5.2. CONCLUSIONES

- La metodología BIM brinda una serie de elementos aplicables durante la ejecución del proyecto, en primer instancia la visualización del proyecto bajo una coordinación de diseños que tiende a eliminar los reproceso en obra disminuyendo sobrecostos y retrasos en la misma, el presupuesto y programación de obra nos permite tener un control total del proyecto, establecer flujo de caja para disminuir sobrecostos y así aumentar la rentabilidad del proyecto, la intervención de los tiempos de inicio de cada actividad en obra para optimizar los tiempos de contratación en relación con los periodos de fabricación. La disminución de solicitudes de información debido a un modelo completo y estructurado para aumentar la calidad en obra evaluando todo aspecto técnico y arquitectónico sin dejar de lado la seguridad en obra.
- Se compara el procedimiento convencional con la implementación de la metodología BIM, donde se puede ver las facilidades en diseño, tiempos de reducción en la planeación, seguimiento continuo de inicio a fin del proyecto, reducción de costos por imprevistos y errores con respecto al 100% de las limitaciones de trabajar con BIM.
- También fue posible determinar los servicios de la metodología BIM en donde se evidencia que esta metodología puede ser utilizada en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos, definiendo las fases de servicios incorporando de manera trascendente la metodología BIM combinándola con los procesos de planeación en Perú.
- El Plan BIM Perú es la medida política impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas para la exitosa adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) en las inversiones públicas en infraestructura de todo el país.

5.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de los indicadores de gestión creados en este documento para llevar una métrica asertiva de la gestión mediante la metodología BIM. Si bien estos indicadores son la primera piedra para cimentar un sistema de medición de procesos eficaz, puede ser de gran ayuda para comenzar a hacer seguimiento a los procesos luego de la socialización del manual dirigido a la obra.
- La motivación para adoptar BIM debe estar dada desde la cúpula. En grandes organizaciones, la idea inicial para adoptar algo nuevo vendrá de los escalafones más bajos, ingenieros, coordinadores y gerentes de nivel medio que siguen las tendencias de la industria, y pueden detectar una oportunidad para hacer su propia vida más fácil. Sin embargo, si ese entusiasmo no es compartido en el Directorio, las oportunidades de que esa implementación sea exitosa son limitadas.
- Al ser una nueva metodología se recomienda una difusión de todos conceptos, beneficios y limitaciones que tiene el sistema y su incorporación a nivel nacional sea más sencilla, así como la difusión del manual que permite un fácil entendimiento y aplicación de la metodología BIM en la ejecución de obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMAYA BELTRAN, Melissa, SIERRA CASTIBLANCO, Jhon Alejandro. Análisis de Comparación con la Metodología Bim en proyecto de Vivienda Multifamiliar en el Municipio de Acacias-meta. (Tesis Posgrado). Universidad de la Salle, Bogotá 2021.
- CACERAS RAMOS, Kevin lee; DONGO FELIX, lendy Valerie. Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra Multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- DECRETO SUPREMO N° 237-2019-EF “Plan Nacional De Competitividad Y Productividad”.
- DECRETO SUPREMO N° 289-2019-EF “Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública”.
- DIAZ LINAREZ, José Alfredo. Gestión de Proyectos Utilizando las Herramientas BIM en la fase de diseño de Proyectos de Infraestructura Vial. Tarapoto 2019 (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de San Martin.
- GIANKEVING ISACC, Guzmán. Aplicación de Herramientas y Tecnología BIM en la Mejora de la Gestión de Operación y Mantenimiento de una Infraestructura Deportiva, Lima 2019. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería.
- GIRALDO AGUIRRE, Juan David. Propuesta para la Implementación de la Metodología Bim en el desarrollo de Nuevos Proyectos de Infraestructura en la Policía Nacional de Colombia. (Tesis Posgrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá 2019.

- PANDURO MOZOMBITE, Robert. “Factores que condicionan el uso y la Aplicación de la Metodología Bim para la Elaboración y Ejecución de Proyectos de Edificación en Tarapoto, San Martin 2020”. (Tesis Pregrado). Universidad Científica del Perú.

- PEÑA HUERTAS, José Gustavo. Implementación de la Metodología Bim para mejorar la gestión y eficiencia de los proyectos en el área de diseño de la Central de Ingeniería de Planta Toquepala- Tacna 2021. (Tesis Pregrado). Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

- LEON SARRIA, Jhonathan Alejandro, CRISTANCHO MATEUS, Johan Camilo, GOMEZ SANCHEZ, Ivan Mauricio. Manual para la Ejecución de Edificaciones bajo el Enfoque del Building Information Modeling Bim (Tesis Pregrado). Universidad Piloto de Colombia.

- SAJAMI INFANTE, Carlos Saul, RAMÍREZ SHAPIAMA, Jalina Candelaria. “Innovación tecnológica con Metodología Bim y su relación en el Control de Obras Viales, En el Distrito de Tarapoto, Provincia y Departamento de San Martin 2021”. (Tesis Pregrado). Universidad Científica del Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos (Encuesta)

Anexo 1:

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Control de la Productividad en Obra Aplicando la Metodología Bim, Tarapoto 2021.”

Formulación de Problema	Objetivos	Hipótesis
<p>Problema General</p> <p>¿La propuesta de Control con Metodología Bim, mejorara la productividad en obra en el Distrito de Tarapoto,2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Controlar la productividad en obra aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021.</p> <p>Objetivo específico</p> <p>Conocer el nivel de información de los profesionales relacionados a la industria de la construcción acerca de la metodología a BIM, Tarapoto 2021.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Es posible controlar la productividad en obra aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021.</p> <p>Hipótesis específica</p> <p>Es posible Determinar la eficiencia en relación al tiempo, ejecución y costo que se obtiene al ejecutar una obra aplicando la metodología BIM, respecto al método tradicional Tarapoto 2021.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>¿Será posible un control de la productividad en obra, aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021?</p>	<p>Identificar las causas y problemáticas que obstaculizan la Implementación y aplicación de la metodología BIM, para la elaboración y ejecución de obra en Tarapoto 2021.</p> <p>Determinar la eficiencia en relación al tiempo, ejecución y costo que se obtiene al ejecutar una obra aplicando la metodología BIM, respecto al método tradicional Tarapoto 2021.</p>	<p>Es posible determinar las incompatibilidades de los proyectos que no son ejecutados, aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021.</p>
<p>¿Será posible un control de tiempo de ejecución en obra, aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021?</p>	<p>Explicar las incompatibilidades de los proyectos que no son ejecutados, aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021.</p>	<p>Es posible determinar las causas y problemáticas que obstaculizan la Implementación y aplicación de la metodología BIM, para la elaboración y ejecución de obra en Tarapoto 2021.</p>
<p>¿Será posible un control económico en obra, aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021?</p>		<p>Es posible Conocer el nivel de información de los profesionales relacionados a la industria de la construcción acerca de la metodología a BIM, Tarapoto 2021.</p>

Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones		Técnicas e instrumentos
<p>Tipo de estudio: Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación: $V1 \xrightarrow{R} V2$ Dónde: V1=Variable independiente V2=Variable dependiente r=Coefficiente de relación</p> <p>Método de estudio: Documental.</p>	<p>Población: objeto de estudio, se estableció como una población de tipo finita tomando en cuenta los objetivos y los recursos disponibles</p> <p>Muestra: Considerando lo anterior y usando el método de muestreo no probabilístico se ha elegido como muestra para la investigación un grupo de ingeniero y arquitectos y profesionales de otras especialidades.</p>	<p>Variables Variable dependiente: Aplicación de Metodología Bim.</p> <p>Variables independientes: Control de la productividad en obra.</p>	<p>Dimensiones Metodología Bim</p> <p>Productividad en obra</p>	<p>Las técnicas e instrumentos que se ejecutaran en esta investigación son:</p> <p>Técnicas: - Encuesta</p> <p>Fuentes: - Ingenieros - Arquitectos - Otros</p>

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos (Encuesta)

I. ENCUESTA

Estimado:

La respectiva encuesta es para determinar el conocimiento que tiene respecto al control de la Productividad Aplicando Metodología Bim.

Gracias por tus respuestas

1. ¿Has escuchado o mencionado el termino Metodología Bim?
2. ¿Usted como profesional conoce el signicado de la Metodología Bim?
3. ¿Cuál es el sistema o método que se aplica para los procesos constructivos en el lugar donde laboras?
4. ¿Usted como profesional estaría dispuesto a capacitarse en nuevo Metodología como es el Bim?
5. ¿Estás de acuerdo en usar la Metodología Bim (Si aun no lo usa) Recomendaría el uso de la Metodología Bim?
6. ¿Piensas que la metodología Bim se Implantara en el Perú de una manera muy rápida, como en otros países del mundo?
7. ¿Cree usted que los nuevos métodos y tecnologías son más eficaces que los métodos convencionales?
8. ¿Cree usted que es posible la capacitación de profesionales acerca de la metodología BIM en Tarapoto, mediante que medio?
9. ¿Por qué aún no se utiliza a una escala mayor la metodología Bim?
10. ¿Cuáles son los problemas que se genera, cuando se Implementa el Bim en una Empresa o Organización .