



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

**TRABAJO DE INVESTIGACION**

**“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”**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

**AUTOR**

**ROBERT PANDURO MOZOMBITE**

**ASESOR:**

**M. Sc. CALEB RIOS VARGAS**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA:**

El presente trabajo investigativo  
lo dedico principalmente a Dios,  
por ser el inspirador y darme fuerza para continuar  
en este proceso de obtener uno de  
los anhelos más deseados.

## **AGRADECIMIENTO:**

*Gracias a mis padres:  
Julián Panduro y Julieta Mozombite,  
por ser los principales promotores de este sueño,  
por confiar y creer en dichas expectativas,  
por los consejos, valores y principios  
que me han inculcado.*

*Agradezco a los docentes de  
la Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
de la Universidad Científica del Perú,  
por haber compartido sus conocimientos a lo largo  
de la preparación de esta profesión que en  
conjunto han brindado su valioso aporte  
para esta investigación.*

## 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:

El Trabajo de Suficiencia Profesional 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”**

Del alumno: **ROBERT PANDURO MOZOMBITE**, 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, 26 de agosto del 2020.



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

CIRA/ri-a  
146-2021

“Año de la Universalización de la Salud”

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

ACTA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Con Resolución Decanal N° 247 -2020 -UCP- FCEI, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado del Trabajo de Investigación a los Señores:

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo    | Miembro    |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco | Miembro    |

En la ciudad de Tarapoto, siendo el día martes 01 de diciembre de 2020, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para evaluar el 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”,

Presentada por el egresado:

**ROBERT PANDURO MOZOMBITE**

Asesor: Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc..

Como requisito para optar el grado académico de bachiller en: **Ingeniero Civil**

Luego de evaluar cada uno de los ítems indicados en la ficha de evaluación del trabajo de investigación se llegó a la siguiente puntuación:

El jurado llegó a la siguiente conclusión: 48 (Se adjunta ficha de evaluación)

El Trabajo de Investigación es: **APROBADO**

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



Presidente



Miembro



Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú  
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compañón 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

# CONTENIDO:

I.	INTRODUCCIÓN:	9
II.	PALABRAS CLAVES	11
	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	15
III.	CAPITULO I: Planteamiento General	17
3.1.	OBJETIVOS	17
3.1.1.	Objetivo General	17
3.1.2.	Objetivos Específicos	17
3.2.	BASES TEÓRICAS	18
3.2.1.	¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA BIM?	18
3.2.2.	Metodología BIM	19
3.2.3.	Características	20
3.2.4.	¿En qué se diferencian CAD y BIM?	23
3.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
3.4.	HIPÓTESIS	27
3.4.1.	Hipótesis general	27
3.4.2.	Hipótesis Especifica	27
3.5.	JUSTIFICACIÓN	28
3.5.1.	Justificación Social	28
3.5.2.	Justificación Técnica	28
3.5.3.	Justificación Económica	28
3.5.4.	Justificación Teórica	28
3.5.5.	Justificación metodológica	29
IV.	CAPÍTULO II: Realidad Actual	31
4.1.	BIM EN EL PERÚ	31
4.2.	ESTUDIO REFERENCIAL (TARAPOTO – SAN MARTIN)	33
4.2.1.	Antecedentes BIM	33
4.2.2.	Problemáticas actuales	35
4.2.3.	Consecuencias de la problemática	36
4.2.4.	Reacciones frente al BIM	38
4.3.	ESTUDIO DE USO Y ACEPTACIÓN DEL BIM	40
4.3.1.	Concepto BIM para los peruanos	40

4.3.2.	Percepciones sobre BIM en la industria y contextos peruanos. ....	41
4.3.3.	Percepción de Impacto del BIM .....	42
4.3.4.	Aceptación del BIM.....	43
4.3.5.	Intención de uso .....	44
4.3.6.	Apoyo de las empresas.....	45
<b>V.</b>	<b>CAPITULO III: Análisis de resultados BIM .....</b>	<b>48</b>
5.1.	<b>RESULTADOS BIM EN AMERICA LATINA .....</b>	<b>48</b>
5.1.1.	Resultados de Impacto Moderado .....	48
5.1.2.	Resultados de Alto Impacto .....	51
5.2.	<b>ESTUDIOS PERCIBIDOS EN CHILE 2019 .....</b>	<b>53</b>
5.2.1.	Beneficios.....	53
5.2.2.	Barreras para el uso. ....	54
5.2.3.	Niveles de satisfacción .....	55
5.3.	<b>VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM.....</b>	<b>56</b>
5.3.1.	Entendimiento de la secuencia constructiva .....	56
5.3.2.	Manejo eficiente de la información .....	56
5.3.3.	Integración interdisciplinar del proyecto.....	57
5.3.4.	Detección de interferencias .....	57
5.3.5.	Interoperabilidad.....	57
5.3.6.	Parametrización de los elementos del modelo .....	58
5.3.7.	Bidireccionalidad asociativa .....	58
5.3.8.	Manejo de cantidades de obra y presupuestos .....	58
5.3.9.	Manejo de proveedores .....	59
5.3.10.	Mejoras en la calidad final del proyecto .....	59
5.3.11.	Ciclo de vida del edificio.....	59
5.3.12.	Manejo de marketing del proyecto.....	60
5.4.	<b>DESVENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM .....</b>	<b>60</b>
5.4.1.	Costo de adopción.....	60
5.4.2.	Generación completa de los modelos con altos niveles de precisión.....	61
5.4.3.	Cambios en las metodologías personales de trabajo .....	61
5.4.4.	Información incompleta entre plataformas BIM .....	61
5.4.5.	Falta de regulación legal .....	62
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>

<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66
<b>ANEXOS</b> .....	68

## **Lista de Gráficos:**

<b>Gráfico 1:</b> Resultados de la pregunta N° 1.1 .....	33
<b>Gráfico 2:</b> Resultados de la pregunta N° 1.2 .....	33
<b>Gráfico 3:</b> Resultados de la pregunta N° 1.3 .....	34
<b>Gráfico 4:</b> Resultados de la encuesta (Causas) .....	35
<b>Gráfico 5:</b> Resultados de la encuesta (Consecuencias) .....	36
<b>Gráfico 6:</b> Resultados de la pregunta N° 4.1 .....	38
<b>Gráfico 7:</b> Resultados de la pregunta N° 4.2 .....	38
<b>Gráfico 8:</b> Resultados de la pregunta N° 4.3 .....	38
<b>Gráfico 9:</b> Resultados de la pregunta N° 4.4 .....	39
<b>Gráfico 10:</b> Resultados de la pregunta N° 4.5 .....	39
<b>Gráfico 11:</b> Concepto BIM (n=323) .....	41
<b>Gráfico 12:</b> Percepciones sobre BIM (n=323) .....	41
<b>Gráfico 13:</b> Resultados percibidos de adoptar BIM .....	42
<b>Gráfico 14:</b> Expectativa de esfuerzo, resultado y actitud sobre BIM (N=323) .....	43
<b>Gráfico 15:</b> Influencia social, compatibilidad e intención de uso BIM (N=323) .....	44
<b>Gráfico 16:</b> Apoyo de la alta gerencia para el uso de BIM (N=323) .....	45
<b>Gráfico 17:</b> Resultados de Impacto medio del BIM .....	48
<b>Gráfico 18:</b> Variación de resultados en Arquitectos .....	50
<b>Gráfico 19:</b> Variación de resultados en Ingenieros .....	50
<b>Gráfico 20:</b> Variación de resultados en Contratistas .....	51
<b>Gráfico 21:</b> Resultados durante el proceso de ejecución .....	52
<b>Gráfico 22:</b> Beneficios Percibidos .....	54
<b>Gráfico 23:</b> Barreras de uso .....	55
<b>Gráfico 24:</b> Niveles de Satisfacción .....	56

## I. INTRODUCCIÓN:

La industria de la construcción es un área de gran actividad e importancia dentro del desarrollo económico de un país. A través de la construcción se satisface las necesidades de infraestructura y vivienda; la construcción, además, demanda de importantes recursos públicos y privados para la ejecución de obras; constituye una fuente importante de trabajo, ya que usa mano de obra de forma intensiva y genera una importante actividad indirecta en muchas otras áreas de la economía de un país.

Sin embargo, la industria de la construcción es probablemente uno de los sectores productivos con menor grado de desarrollo. Se producen deficiencias variadas y falta de efectividad, que se traduce en gasto excesivo de recursos y limitada competitividad.

Algunas causas de deficiencias en este sector pueden ser:

- **Curva de aprendizaje limitada;** debido a la continua movilización de personal.
- **Sensitividad al clima y entorno natural;** debido a que gran parte de los trabajos se desarrollan al aire libre.
- **Presión de trabajo;** por el cumplimiento ajustado de plazos. Limitada planificación y organización que promueve errores y problemas.
- **Incentivos negativos;** debido a intereses contrapuestos de los diversos constituyentes, fragmentación propia de la industria y resistencia al cambio.
- **Capacitación y reciclaje limitado;** al no promoverse un desarrollo sostenido de las capacidades del personal.
- **Relaciones antagónicas;** ya que las diferentes etapas de los proyectos son realizadas por diferentes agentes, cuyos intereses pueden entrar en conflicto.
- **Planificación deficiente;** al trabajar en función de lo inmediato, enfatizándose muchos aspectos que no son críticos para los objetivos generales del proyecto.
- **Base en la experiencia;** en desmedro del conocimiento, desconfianza ante ideas de cambio e innovación.

- **Investigación y desarrollo casi inexistente;** al no realizarse esfuerzos serios de I+D orientados a mejorar los procesos de construcción y su administración.
- **Actitud mental hacia el inmovilismo;** por falta de cuestionamiento, considerar eficiente lo tradicional, falta de desempeño, descuido de las actividades de apoyo al trabajo productivo.

En este escenario, la situación real dentro de los proyectos de construcción nos habla de:

- Bajos niveles de calidad: el diseño y construcción no reflejan siempre los requerimientos del cliente.
- Falta de constructabilidad: irrealización de los diseños, interferencia entre las especialidades.
- Procura inadecuada: desperdicios, improductividad.
- Niveles insuficientes de seguridad y prevención de riesgos en la construcción.

Por otro lado, normalmente se enfrenta ampliaciones de plazo; se sacrifica el alcance para cumplir las metas y objetivos lo cual enfrenta la necesidad de replantear los presupuestos.

Desde 1975, cuando se publicó por primera vez un trabajo acerca del Modelado de la Información en la Construcción (BIM) por el profesor Chuck Eastman, se ha buscado desarrollar este tipo de tecnología para garantizar la viabilidad y optimización de recursos durante la vida útil de los proyectos de construcción, siendo los países europeos los pioneros en perfeccionar estas técnicas de trabajo que cada vez acogen más profesionales en todo el mundo por la eficacia que ha demostrado a lo largo de su historia.

## II. PALABRAS CLAVES

**Ampliación de plazo:** Se da por atrasos o paralizaciones ajenas a la voluntad del contratista debidamente comprobado y que modifiquen el cronograma contractual. Si estas circunstancias no se van a modificar el cronograma contractual o ruta crítica no procede el otorgamiento de ampliación de plazo.

*(Ley de contrataciones con el estado; Abril, 2016)*

**Base de Datos:** Una base de datos es una colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Una base de datos es un sistema de archivos electrónico.

*(SINNAPS, Blog gestión de proyectos. 2018)*

**BIM (Building Information Modeling):** Es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital. Esta maqueta digital conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma.

*(HERRANZ, Felix; ConceptBIM; 2017)*

**CAD:** CAD (Computer-Aided Design) o Diseño Asistido por Computadora se refiere al conjunto de herramientas digitales tipo software utilizadas en el proceso de diseño. También se le puede encontrar como CADD (Computer-Aided Design and Drafting) o Bosquejo y Diseño Asistido por Computadora.

*(PC ACADEMIA; abril, 2019)*

**Constructividad o Constructabilidad:** define el grado con el cual un proyecto facilita el uso eficiente de los recursos para facilitar su construcción, satisfaciendo tanto los requerimientos del cliente como otros asociados al proyecto.

*(Víctor Yepes Piqueras; Junio, 2019)*

**Cubicación:** Cubicar básicamente consiste en cuantificar las cantidades de obra que incluye un presupuesto o conjunto de partidas. Localmente conocido como “Metrados”

*(PORTAL ONDAC Construcción, 2019)*

**Edificación:** Se utiliza el término edificación para definir y describir a todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos. Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo. Las edificaciones más comunes y difundidas son los edificios habitacionales, aunque también entran en este grupo otras edificaciones tales como los templos, los monumentos, los comercios, las construcciones de ingeniería, etc.

*(Cecilia Bembibre. Definición ABC, septiembre. 2009)*

**Hardware:** Es la parte física de un ordenador o sistema informático. Está formado por los componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, tales como circuitos de cables y luz, placas, memorias, discos duros, dispositivos periféricos y cualquier otro material en estado físico que sea necesario para hacer que el equipo funcione.

*(Significados.com; Junio, 2019)*

**Licitación de obras:** Es un proceso participativo por el cual se busca adquirir mejores condiciones de compra convenientes para un determinado proyecto u obra. Se da un concurso entre proveedores, para otorgarse la adquisición o contratación de un bien o servicio requerido por una organización.

*(Dirección de Prensa y Comunicaciones, 2005)*

**MEP:** Son las siglas en inglés referentes a las instalaciones Mecánicas, Eléctricas e Hidrosanitarias (Plomería). En software se refiere a la capacidad de un programa de apoyar al diseñador, calculista o dibujante en el desarrollo de los servicios para la construcción (Building Services Design Suite).

*(Soluciones CAD, diciembre, 2015)*

**Metodología de trabajo:** es una herramienta muy potente para definir la pautas y procedimientos de la empresa. Está comprobado, que una metodología de trabajo ayuda a optimizar los recursos de la empresa, mejora la calidad del trabajo, reduce los riesgos de los proyectos, establece prioridades, etc.

*(Diego Martin, mayo, 2016)*

**Modelado 3D:** También conocido como 3D MODELING, describe es el proceso de crear objetos tridimensionales virtuales usando tecnología de computo. Es comparable a esculpir modelos de yeso con martillo y el cincel, pero en este proceso se usa la computadora con el mouse y el teclado, a través de los programas de cómputo 3D que manejan superficies y sólidos.

*(3D CAD Portal, 2020)*

**Optimización de Recursos:** Es la acción de buscar la mejor forma de hacer algo, esto quiere decir que es buscar mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia en el desempeño de algún trabajo u objetivo a lograr, en este caso del recurso de una empresa, llamándose optimización de recursos.

*(Guerra Sánchez Juan Antonio. 2015, junio 24)*

**Planificación de Obra:** Es el conjunto de actividades tendentes a simular la realización de un trabajo, ordenándolo de la manera más económica posibles y previendo todas las acciones para la ejecución del mismo.

La planificación de proyectos es la programación y estimación del orden de prioridades de las actividades necesarias para alcanzar unos objetivos. Y es que, planificar es estimar técnicamente lo que va a suceder en los próximos días, semanas, meses o años.

*(SINNAPS, Blog gestión de proyectos. 2018)*

**Software:** Es el conjunto de instrucciones que una computadora debe seguir, es decir, todas aquellas indicaciones sobre lo que tiene que hacer y cómo. El concepto de software engloba todo aquello que es intangible en la computadora, lo que no se puede tocar, como, por ejemplo, los programas y los sistemas operativos.

*(TODAMATERIA. Diciembre, 2019)*

**Viabilidad:** Posibilidad de llevar a cabo algo – Condición del camino o vía por donde se puede transitar.

*(Word Reference - Real Academia Española)*

# **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

# CAPÍTULO I

### **III. CAPITULO I: Planteamiento General**

#### **3.1. OBJETIVOS**

##### **3.1.1. Objetivo General**

- ❖ Determinar los factores que condicionan el uso y la aplicación de la metodología BIM para la elaboración y ejecución de proyectos de edificación en Tarapoto, San Martín.

##### **3.1.2. Objetivos Específicos**

- ❖ Conocer el nivel de información de los profesionales relacionados a la industria de la construcción acerca de la metodología BIM en Tarapoto.
- ❖ Identificar las causas y problemáticas que obstaculizan la implementación y aplicación de la metodología BIM para la elaboración y ejecución de proyectos de Edificación en Tarapoto, San Martín.
- ❖ Determinar la eficacia en relación al tiempo y costo que se obtienen al elaborar y ejecutar proyectos de edificación en Tarapoto, San Martín con los métodos que se utilizan en su mayoría con el sistema CAD.
- ❖ Recopilar información de la elaboración y ejecución de proyectos de edificación acerca de países con tecnologías más sofisticadas y su relación con el sistema BIM.

## **3.2. BASES TEÓRICAS**

### **3.2.1. ¿QUÉ 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. En España el uso de BIM está cada vez más avanzado y comunidades autónomas como Madrid y Cataluña están apostando muy fuerte para su implementación, dado que el objetivo en el año 2020 sea que todos los equipamientos e infraestructuras públicas se publiquen en BIM en todas sus fases: Diseño, Construcción y Mantenimiento. Por eso debemos

mentalizarnos de las mejoras y beneficios que nos proporciona esta metodología y aplicar los estándares para el futuro.

*Javier Del Olmo Álvarez (2 junio, 2016. Posteado en Blog, Corporativo)*

### **3.2.2. 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.

*Fuente: Universia México (21 de agosto de 2018).*

### 3.2.3. Características

Se tiende a confundir los modelos BIM con modelos 3D, los cuales sólo incorporan la geometría. BIM, además de ser un modelo en tres dimensiones (información gráfica) incorpora información relevante del proyecto (información no gráfica), la cual queda guardada en la base de datos del modelo. La otra característica de un modelo BIM es que éste posee un grado de “inteligencia”, dada por dos particularidades: El **Diseño Paramétrico**, con el que ahora los elementos (muros, vigas, ventanas, puertas, etc.), antes representados por propiedades fijas (largo, ancho y alto), son caracterizados por parámetros y reglas que determinan la geometría del edificio. Y lo que se conoce por **Bidireccionalidad Asociativa**, con lo cual se pueden gestionar los cambios durante el diseño. Por ejemplo, al hacer una modificación en el modelo, automáticamente todas las vistas (2D) generadas a partir de este se actualizan, eliminando posibles inconsistencias.

Considerando la historia, principalmente asociada a los procesos en los que se han llevado a cabo los proyectos de arquitectura, hace más de dos décadas, y con más de alguna duda, se comenzaron a reemplazar los tableros de dibujo por los diseños en CAD (Diseño asistido por Computador), lo cual se ha traducido en una práctica masiva por parte de las distintas oficinas y especialidades relacionadas a un proyecto de construcción, con innumerables beneficios asociados.

Hoy en día, y tal como ocurre en diversos países desarrollados, las tecnologías BIM comienzan a abrirse espacio fundamental como una nueva forma de concebir, desarrollar y controlar un proyecto a través de un modelado virtual y la posibilidad concreta de trabajar y visualizar en 3-D. Si bien se estima que las tecnologías y prácticas asociadas a BIM tienen un par de décadas desde que fueron ideadas, es solo en los últimos años que se han desarrollado casos concretos y herramientas apropiadas en los países más desarrollados del mundo.

*Cuadro 1: Comparación CAD vs. BIM*

Tradicional CAD	BIM
Las decisiones son tomadas una vez terminados los planos para construcción	Decisiones proactivas en todas las etapas de diseño
Se trabaja con elementos genéricos	Se trabaja con elementos específicos (Materialidad/ Terminación/ Fase)
Cubicaciones se hacen una vez que se tienen los planos para construcción	Cubicaciones están a lo largo de todo el diseño
La información fácilmente puede ser no consistente	La información en el modelo es exacta, por lo que no produce inconsistencias.
La información puede ser linkeada	La información es completamente bi-direccional

*(Fuente - Secretaría Ejecutiva INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT Marchant Pereira 221 Of. 11, Providencia - Santiago - CHILE)*

BIM es un creador y administrador de datos para diseñar y construir grandes obras de edificación, considerando la geometría del proyecto y datos adicionales, que van desde la ilustración del mismo, la información geográfica del lugar, entre otros. Todo ello utilizado de manera tridimensional y en tiempo real, lo que favorece el diseño y la construcción. Sin embargo, BIM es mucho más que una tecnología 3D, ya que además de tener muchas ventajas respecto de trabajar con 2D, lo más importante es la información vinculada a cada objeto 3D que se coloca en el proyecto. Este nuevo modelo permite cubicar y calcular costos, reduciendo los tiempos de producción de un proyecto, ya que permite una toma de decisiones más rápidas y con mejor documentación.

En síntesis, BIM tiene diversas ventajas por sobre otros modelos de diseño y construcción:

- ✓ Mejora la comunicación y coordinación interdisciplinaria del proyecto, a través de la visualización y el acceso simultáneo de información relevante para cada uno de los participantes.
- ✓ Permite realizar revisiones de constructibilidad efectivas, que antes eran impensables en proyectos de edificación.
- ✓ Permite tener toda la información sobre el proyecto de manera centralizada y no diseminada en diferentes lugares, evitando tener varias

versiones de la misma información con las incompatibilidades que esto conlleva.

- ✓ Detecta y soluciona interferencias dentro del modelo digital, en lugar de encontrar estos problemas durante la etapa de construcción.
  - ✓ Construye el proyecto digitalmente, analizando diversas alternativas y buscando la manera más eficiente de llevar a cabo la construcción.
- (Programación 4D)

Como se ha mencionado, BIM plantea un nuevo sistema de trabajo para cada una de las especialidades, donde sin lugar a dudas existen notables beneficios derivados de la parametrización y de la bidireccionalidad asociativa. Asimismo, es necesario destacar que su mayor aporte para el proceso de vida de un proyecto se encuentra en su capacidad de mejorar la Coordinación Integrada de Proyectos.

Hoy en día la responsabilidad de coordinar proyectos recae muchas veces en las oficinas de arquitectura. Si bien ellas llevan este proceso a conciencia y de la mejor manera posible, es muy difícil que logren detectar todos los detalles de todas las especialidades que interactúan en un proyecto.

Dicho proceso actualmente se lleva a cabo de una manera prácticamente artesanal, donde si bien existe una retroalimentación entre la oficina de arquitectura y las distintas especialidades, ésta no se lleva a cabo de una manera ordenada y centralizada, lo cual finalmente hace que los problemas que deberían ser evitados en la etapa de diseño se traspasen a la obra, generando los consecuentes retrasos en la programación original de la construcción y grandes pérdidas para la constructora y el cliente.

La continua especialización de las ingenierías y la complejidad de los proyectos sumado a la disminución de los tiempos de licitación y ejecución, hacen virtualmente imposible lograr una buena coordinación de proyectos con el proceso actual.

*Fuente: Red Interamericana de Centros de Innovación en la Construcción (18 de marzo de 2011).*

### **3.2.4. ¿En qué se diferencian CAD y BIM?**

#### **1. 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.

#### **2. 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.

### **3. 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.

### **4. 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.

*Fuente: Structuralia - Diferencias entre CAD y BIM (27-feb-2019)*

### **3.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Con la constante modernización de las nuevas tecnologías en la construcción, y con ayuda de la globalización se ve reflejado poco a poco que el Perú necesita actualizarse para optimizar los procesos constructivos que se requieren y así evitar problemáticas en la cuales, por ser uno de los sectores con mayor índice de presupuesto que se destina en la economía nacional es de prioridad que también debería ser de los que más eficiencia presenta.

En los países como Estados Unidos y Canadá, los primeros que adoptaron la metodología BIM como elemento prioritario en los procesos constructivos para agilizar los plazos, han dado resultados acertados hasta el momento, Posteriormente países europeos siguieron sus pasos y en América latina solo son algunos países han comenzaron a utilizarlo.

Las evidencias muestran que los objetivos de agilizar y precisar los procesos constructivos han dado frutos por el grado de coordinación que este presenta y de brindar soluciones incluso antes de convertirse en un problema al momento de ejecutar las obras.

En el Perú como en la mayoría de países del mundo las construcciones de obras públicas generalmente arrastran un alto presupuesto en cada una de las etapas, y muchas veces las malas planificaciones son causales de retrasos e incumplimientos a la hora de culminar con estas, lo que causa que por cada día de retraso se generen gastos adicionales ya sea en la contratación de maquinarias, el uso de la mano de obra, los profesionales encargados, y materiales que se desperdician en el tiempo, que pueden ser cubiertos por las entidades responsables generando pérdidas muchas veces solucionables si se detectan a su debido momento.

Además, es bien sabido que las construcciones se llevan mucho tiempo desde la elaboración del proyecto hasta la presentación física en la superficie de la tierra, pese a la buena o mala calidad del producto final se puede considerar que es excesivo y que las metodologías actuales pueden ocasionar que el tiempo de

respuesta a solucionar una determinada necesidad se dé al momento menos indicado por no solventarlos con la rapidez y la calidad requerida.

Desde que la metodología BIM se ha insertado como uno de los métodos constructivos más eficientes en América de Norte y Europa se ha tratado de modelarlo a los diferentes sectores del mundo incluyendo al Perú como uno de los futuros aplicantes de este, pero que actualmente la realidad muestra un tanto distante debido a que los actuales sistemas se rigen en la selectividad de proyectos con sus diversas etapas muy desligadas a la unificación general conjunta de todo el proceso constructivo, lo que la metodología BIM sintetiza en el tiempo.

La diversidad geográfica, demográfica, cultural e idiosincrasia que caracteriza las diferentes zonas del Perú ofrecen una barrera que impide la viabilidad de acercarse a un cambio tan diferencial por miedo a lo nuevo y por aferrarse a un sistema de trabajo establecido.

Para dar a cabo nuestra la presente investigación se propone plantearnos las siguientes preguntas:

¿Se podría aplicar la metodología BIM en la elaboración y ejecución de proyectos de edificación en la ciudad de Tarapoto, San Martín?

¿Cuáles serían los resultados al aplicar la metodología BIM en la elaboración y ejecución de proyectos de Edificación en relación a los actuales sistemas de trabajo?

¿Cuáles son las barreras principales para implementar BIM en los sistemas de trabajos relacionados a la construcción en Tarapoto, San Martín?

## **3.4. HIPÓTESIS**

### **3.4.1. Hipótesis general**

- ❖ Se puede determinar los principales factores que impiden el uso y aplicación de la metodología BIM para la elaboración y ejecución de proyectos de Edificaciones en Tarapoto, San Martín Perú.

### **3.4.2. Hipótesis Especifica**

- ❖ La mayoría de profesionales relacionados a la industria de la construcción tienen bastante información acerca de la metodología BIM por el tiempo que se viene haciendo mención para su aplicación obligatoria en diversos países de América Latina, pero hay bajo nivel de dominio por aferrarse a los sistemas de trabajo convencionales.
- ❖ Entre las barreras que se oponen a la implementación del BIM en Tarapoto y en el Perú son, por ejemplo; la falta de instituciones y universidades locales que brinden el acceso y enseñanza de este método de trabajo como parte de una especialización de actualización profesional y que esté al alcance de una gran masa o el desinterés de estos profesionales generado por la conformidad de los actuales métodos de trabajo que frenan la búsqueda de un método más efectivo.
- ❖ De manera generalizada en cualquier rama de la industria de la construcción, se obtienen resultados poco satisfactorios para la población que determinaran los usos de estos especialmente en las obras de carácter públicas, puesto que la realización de un proyecto tarda tanto tiempo que en caso de emergencias, las soluciones se dan de manera muy tardía aun cuando se trata de responder lo más rápido posible.

## **3.5. JUSTIFICACIÓN**

### **3.5.1. Justificación Social**

La principal demanda del aprovechamiento profesional para el diseño y elaboración de productos relacionados a la industria de la construcción requiere de altas exigencias y del uso cualificado de profesionales actualizados que sean capaces de colaborar en los trabajos modernizados que permitan ahorrar de manera más eficiente los recursos de los clientes maximizando la calidad de estos por las técnicas y métodos que rigen el mundo actualmente.

### **3.5.2. Justificación Técnica**

La constante modernización de métodos y tecnologías aplicadas en la construcción presentan un logro a esta industria que resulta indispensable para los trabajos a gran escala. La presente investigación busca aplicar la nueva generación de metodología en los procesos constructivos que proponen el futuro que revolucionará en un futuro la forma de planificar y ejecutar las obras de construcción.

### **3.5.3. Justificación Económica**

La minimización del tiempo es un factor clave en el ahorro económico de muchos proyectos por consignar un factor que puede distorsionar el costo final de este. En los diversos tipos de trabajos durante su ejecución, los errores de planificación proporcionan ampliaciones de plazo que generan un aumento económico de lo presupuestado que en muchas ocasiones son tan diferenciales que tienden a escaparse de las manos, los nuevos sistemas de planificación con BIM brindan la facilidad de prever errores en un porcentaje más amplio debido a la mayor colaboración de profesionales encargados en su supervisión previa.

### **3.5.4. Justificación Teórica**

El reto para la elaboración de sistemas modernizados para la planificación y ejecución de proyectos de construcción es la implementación de metodología más eficiente que cumplan con los estándares de exigencia que a nivel profesional todos los responsables de la construcción deberían de conocer.

### **3.5.5. Justificación metodológica**

Es de gran importancia la planificación de un proyecto de edificación mediante el sistema BIM por la gran magnitud económicamente rentable que presenta frente a los otros sistemas menos sofisticados debido al grado de coordinación conjuntamente activa durante cada etapa de esta.

# CAPÍTULO

# II

## **IV. CAPÍTULO II: Realidad Actual.**

### **4.1. BIM EN EL PERÚ**

Aunque el concepto BIM existe hace más de 40 años, empezó a ser más popular en los últimos 20 años, cuando varias empresas de tecnología pasaron a implementar la metodología BIM en sus softwares y los pusieron a disposición de la industria de la construcción.

Los países que lideran el desarrollo e implementación del BIM a nivel gubernamental son Estados Unidos (2003), Reino Unido (2011) y los países escandinavos (2012), seguidos por Alemania, Singapur, Japón, China, Francia, España, Brasil, Chile, entre otros, los que tienen como objetivo principal mejorar la gestión de los contratos de obras públicas.

En el Perú, la implementación del BIM empezó en 2005 y estuvo a cargo de las grandes empresas constructoras interesadas en incrementar su productividad en los proyectos. Posteriormente, motivados por la necesidad de dar a conocer esta metodología que venía revolucionando el rubro de la construcción, se creó el Comité BIM del Perú (2012), el cual pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco).

Además, teniendo presente la necesidad de reglamentar el BIM en el Perú, en 2017 el Instituto Nacional de Calidad (Inacal) aprobó la conformación del Comité Técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil que agrega el Subcomité de Organización de la Información sobre Obras de Construcción. Por medio de este subcomité, se generaron las primeras normas técnicas peruanas sobre BIM, publicadas en el diario El Peruano, en la Resolución Directoral n.º 048-2018-INACAL/DN, de fecha 28 de diciembre de 2018:

- NTP-ISO/TS 12911:2018 Guía marco para el modelado de información de la edificación (BIM).

- NTP-ISO 29481-2:2018 Modelado de la información de los edificios. Manual de entrega de la información. Parte 2: Marco de trabajo para la interacción.

Posteriormente, en el 2018, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la Dirección General de Políticas y Regulación, creó un grupo de trabajo con el objetivo de establecer los lineamientos técnicos mínimos que deben considerarse para obtener un modelo BIM.

Finalmente, en diciembre del mismo año, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) del Perú publicó en su página web el Plan BIM Perú, con el propósito principal de contar con elementos técnicos necesarios para la toma de decisiones respecto del uso de metodologías colaborativas de modelamiento digital de la información, aplicables a las fases de formulación y evaluación, ejecución y funcionamiento de la inversión en infraestructura pública. Este plan posee 3 etapas para su proceso de implementación: (1) el diagnóstico/línea de base, (2) el diseño del Plan BIM Perú y (3) la implementación del mismo.

Este lanzamiento del Plan BIM Perú corrobora los esfuerzos anteriores de implementación y promoción del BIM en el país, y se espera que asiente las bases para la incorporación definitiva de esta metodología, teniendo en cuenta todos los beneficios que esto podría generar al desarrollo del país a través de una gestión más eficiente de proyectos de edificación e infraestructura.

*FUENTE: Universidad de Lima – Alexandre Almeida (2019)*

## 4.2. ESTUDIO REFERENCIAL (TARAPOTO – SAN MARTIN)

Para efectuar la investigación se ha realizado un estudio en una cantidad de 150 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 Martin logrando entre otros los siguientes resultados:

### 4.2.1. Antecedentes BIM.

Se determinó el grado de conocimiento de los profesionales especialistas en la industria de la construcción acerca del BIM en Tarapoto – San Martin.

*Gráfico 1: Resultados de la pregunta N° 1.1*

Pregunta N° 1.1:			
¿Ha escuchado alguna vez el termino BIM?			
a) Si	88	58.67%	
b) No	62	41.33%	
	150	100%	

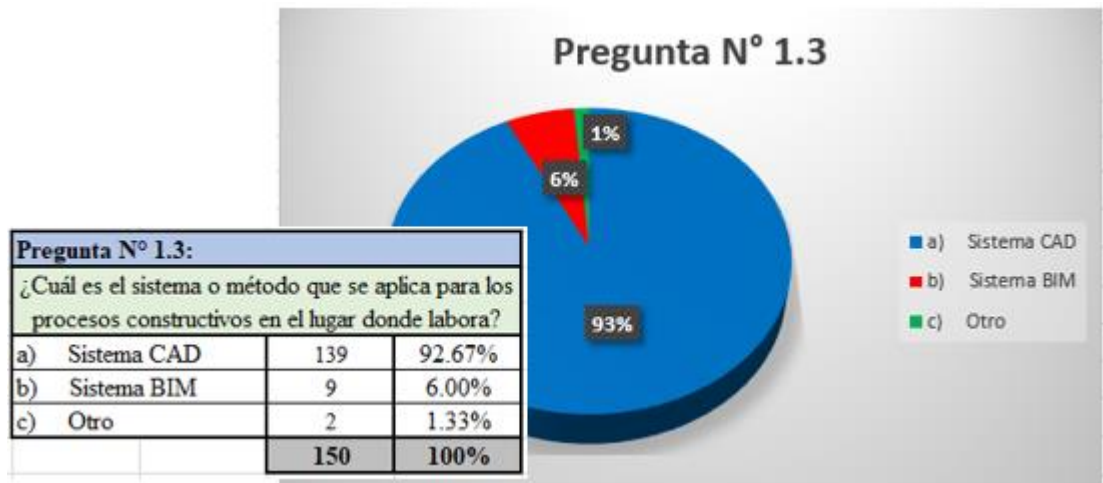


*Gráfico 2: Resultados de la pregunta N° 1.2*

Pregunta N° 1.2:			
¿Conoce usted el significado del término BIM?			
a) Si	35	23.33%	
b) No	115	76.67%	
	150	100%	



Gráfico 3: Resultados de la pregunta N° 1.3



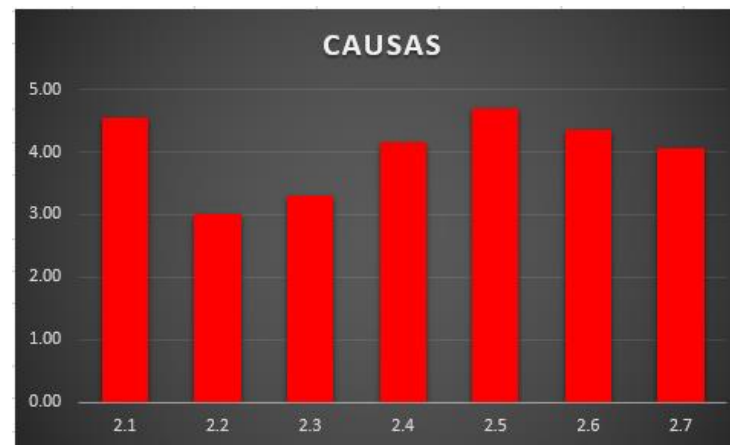


#### **4.2.2. Problemáticas actuales.**

Se detectó las principales causas de una mala coordinación de proyectos y se calificaron de acuerdo a su importancia con nota de 1 a 5, siendo 5 la que más afectara a la coordinación.

*Gráfico 4: Resultados de la encuesta (Causas)*

PRINCIPALES CAUSAS DE UNA MALA COORDINACION EN LOS PROYECTOS									
Nº	PREGUNTA	1	2	3	4	5	TOTAL	SUMA	PROM.
2.1	Falta de comunicación entre las partes	0	4	12	31	103	150	683	4.55
2.2	No se utilizan herramientas tecnologicas adecuadas para coordinar	10	29	64	42	5	150	453	3.02
2.3	Ausencia de una entidad Coordinadora	12	28	35	52	23	150	496	3.31
2.4	Complejidad de los proyectos	3	7	11	71	58	150	624	4.16
2.5	Tiempo de desarrollo de los proyectos en etapa de diseño	0	1	15	13	121	150	704	4.69
2.6	Cambio del proyecto por parte del mandante	4	7	18	25	96	150	652	4.35
2.7	Problemas contractuales entre partes	7	15	18	33	77	150	608	4.05



#### 4.2.3. Consecuencias de la problemática.

Se identificó los principales problemas durante la obra relacionados a una mala coordinación de proyectos y se calificaron según su importancia con nota de 1 a 5, siendo 5 el más problemático.

*Gráfico 5: Resultados de la encuesta (Consecuencias)*

<b>PROBLEMAS DURANTE LA OBRA RELACIONADOS A UNA MALA COORDINACIÓN DE PROYECTOS</b>									
Nº	PREGUNTA	1	2	3	4	5	TOTAL	SUMA	PROM.
3.1	Atrasos en la entrega de la Obra	0	3	8	16	123	150	709	4.73
3.2	Aumento en Obras Extraordinarias	2	5	16	38	89	150	657	4.38
3.3	Aumento en los costos finales de la Obra	0	2	14	25	109	150	691	4.61
3.4	Problemas contractuales entre mandante y proyectista	17	38	54	33	8	150	427	2.85
3.5	Interferencias entre distintas especialidades	9	8	67	62	4	150	494	3.29
3.6	Informacion Faltante en cada proyecto	1	4	15	51	79	150	653	4.35



#### 4.2.4. Reacciones frente al BIM

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

*Gráfico 6: Resultados de la pregunta N° 4.1*

<b>Pregunta N° 4.1:</b>			
¿Está de acuerdo en usar la metodología BIM (si aún no lo usa)? / ¿Recomendarías el Uso de la metodología BIM (si ya lo usa)?			
a)	Si	134	89.33%
b)	No	16	10.67%
		<b>150</b>	<b>100%</b>



*Gráfico 7: Resultados de la pregunta N° 4.2*

<b>Pregunta N° 4.2:</b>			
¿Piensa que la metodología BIM se implantara en el Perú de manera generalizada como ya se está imponiendo en algunos países del mundo?			
a)	Si	124	82.67%
b)	No	26	17.33%
		<b>150</b>	<b>100%</b>



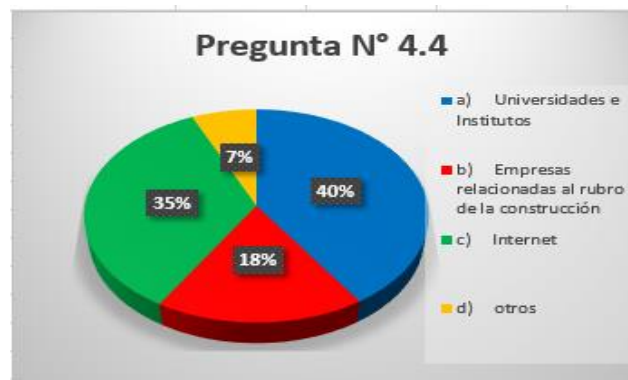
*Gráfico 8: Resultados de la pregunta N° 4.3*

<b>Pregunta N° 4.3:</b>			
¿Confía que la modernización de los nuevos métodos y tecnologías son más eficaces que los métodos convencionales para la planificación y construcción de Obras?			
a)	Si	109	72.67%
b)	No	41	27.33%
		<b>150</b>	<b>100%</b>



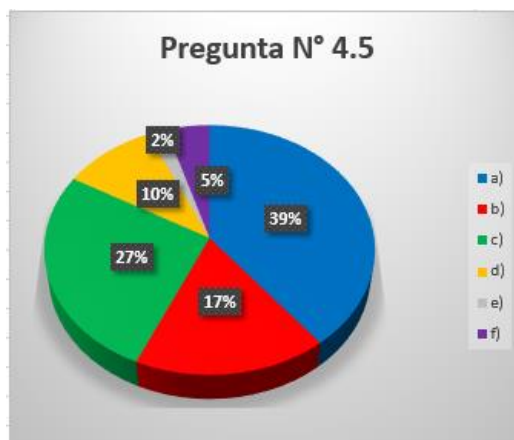
*Gráfico 9: Resultados de la pregunta N° 4.4*

<b>Pregunta N° 4.4:</b>			
¿Cree usted que es posible la capacitación de profesionales acerca de la metodología BIM en Tarapoto? ¿Por qué medios?			
a)	Universidades e Institutos	61	40.67%
b)	Empresas relacionadas al rubro de la construcción	27	18.00%
c)	Internet	52	34.67%
d)	otros	10	6.67%
		<b>150</b>	<b>41%</b>



*Gráfico 10: Resultados de la pregunta N° 4.5*

Pregunta N° 4.5:			
¿Por qué cree que aún no se está utilizando a gran escala la metodología BIM en San Martín?			
a)	Falta de Profesionales Cualificados que impartan la metodología.	59	39.33%
b)	Falta de Capacitación profesional.	26	17.33%
c)	Falta de interés de los mismos profesionales.	40	26.67%
d)	Falta de la tecnología adecuada (Hardware y Softwares).	15	10.00%
e)	Se ha demostrado o se cree poco eficaz.	3	2.00%
f)	Otros.	7	4.67%
		<b>150</b>	<b>100%</b>



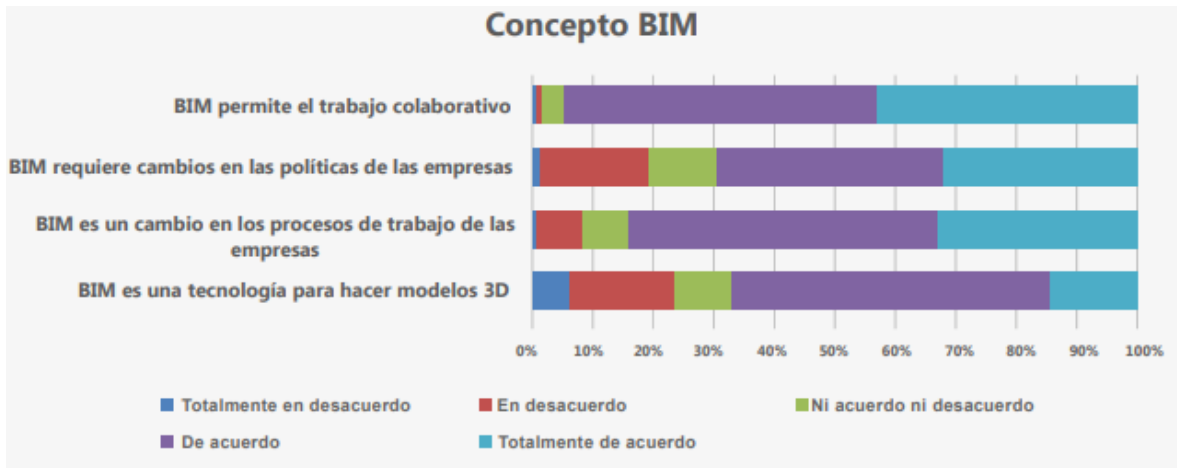
### 4.3. ESTUDIO DE USO Y ACEPTACIÓN DEL BIM

Para fines comparativos con la realidad en la localidad de Tarapoto se extrajo la investigación denominada “PRIMER ESTUDIO DE ADOPCIÓN BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN LIMA Y CALLAO 2017” por el Investigador principal: Danny Murguía. Del departamento de Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica del Perú; lo cual muestra una realidad a nivel de la ciudad de Lima y de manera general en el Perú, para ello se determinó a usar los siguientes indicadores:

#### 4.3.1. Concepto BIM para los peruanos

Los siguientes gráficos presentan resultados en referencia al concepto y percepciones que los respondientes 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 (>80%). Por otro lado, alrededor del 70% considera que BIM es una tecnología para hacer modelos 3D y que requiere cambios en las políticas de las empresas.

Gráfico 11: Concepto BIM (n=323)

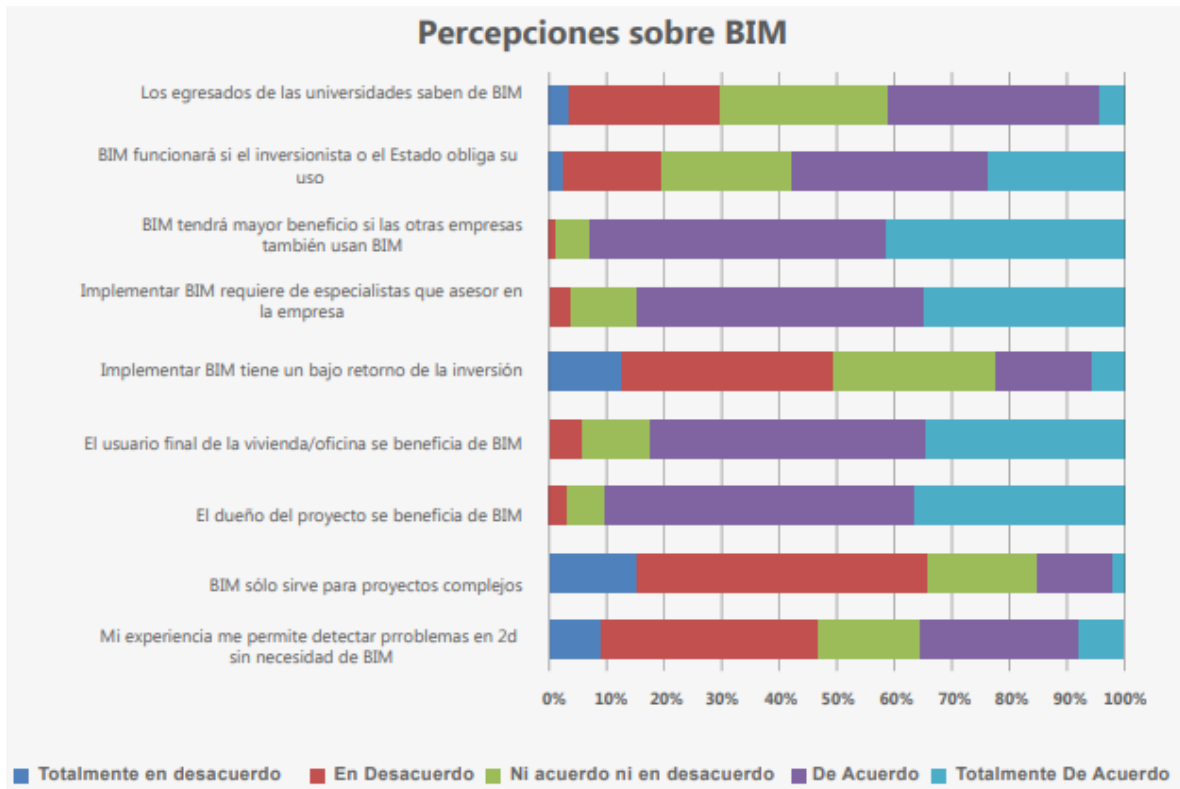


#### 4.3.2. Percepciones sobre BIM en la industria y contextos peruanos.

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 40% 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 80% 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.

Las últimas preguntas tienen que ver con la resistencia al cambio. Un 35% considera que su experiencia le permite detectar problemas en 2D sin necesidad de BIM. Esta pregunta debe leerse en conjunto con “BIM solo sirve para proyectos complejos”, que solo es respaldada por el 15%. A pesar de que la tercera parte de los encuestados (35%) cree que puede seguir trabajando sin BIM, la gran mayoría (85%) considera que BIM también sirve para proyectos no complejos.

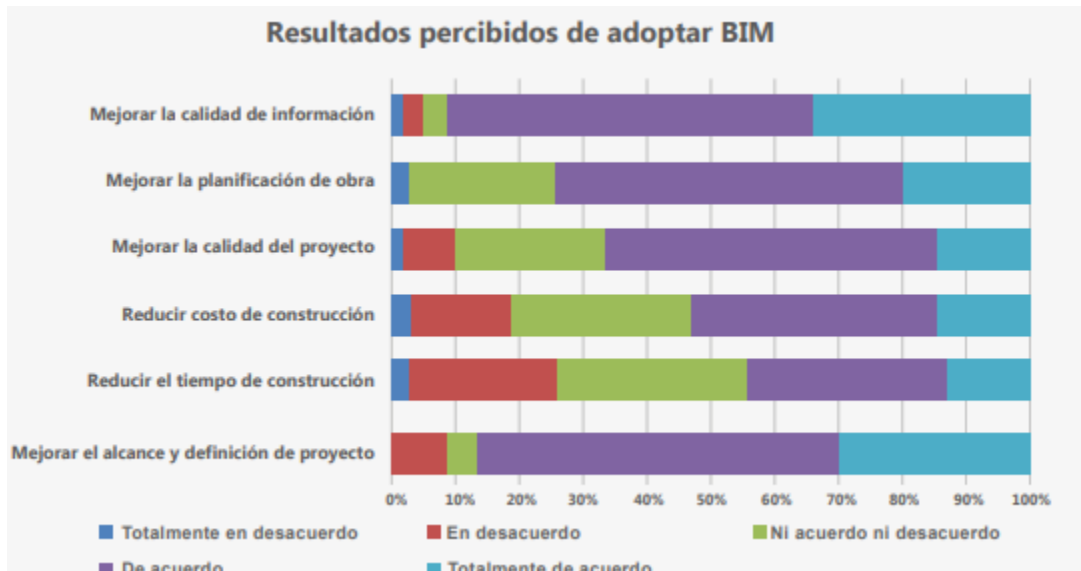
Gráfico 12: Percepciones sobre BIM (n=323)



#### 4.3.3. Percepción de Impacto del BIM

El estudio revela que la mayoría de encuestados siente que el mejor impacto del uso de BIM ha sido la mejora de la calidad de la información, el alcance y definición del proyecto, y la mejora de la calidad del proyecto. Por otro lado, solo un 40% de los encuestados considera que haber usado BIM ha permitido reducir el plazo y un 50% considera ha permitido reducir el costo de construcción, que es congruente con los usos BIM mostrados en las secciones 7 y 8.

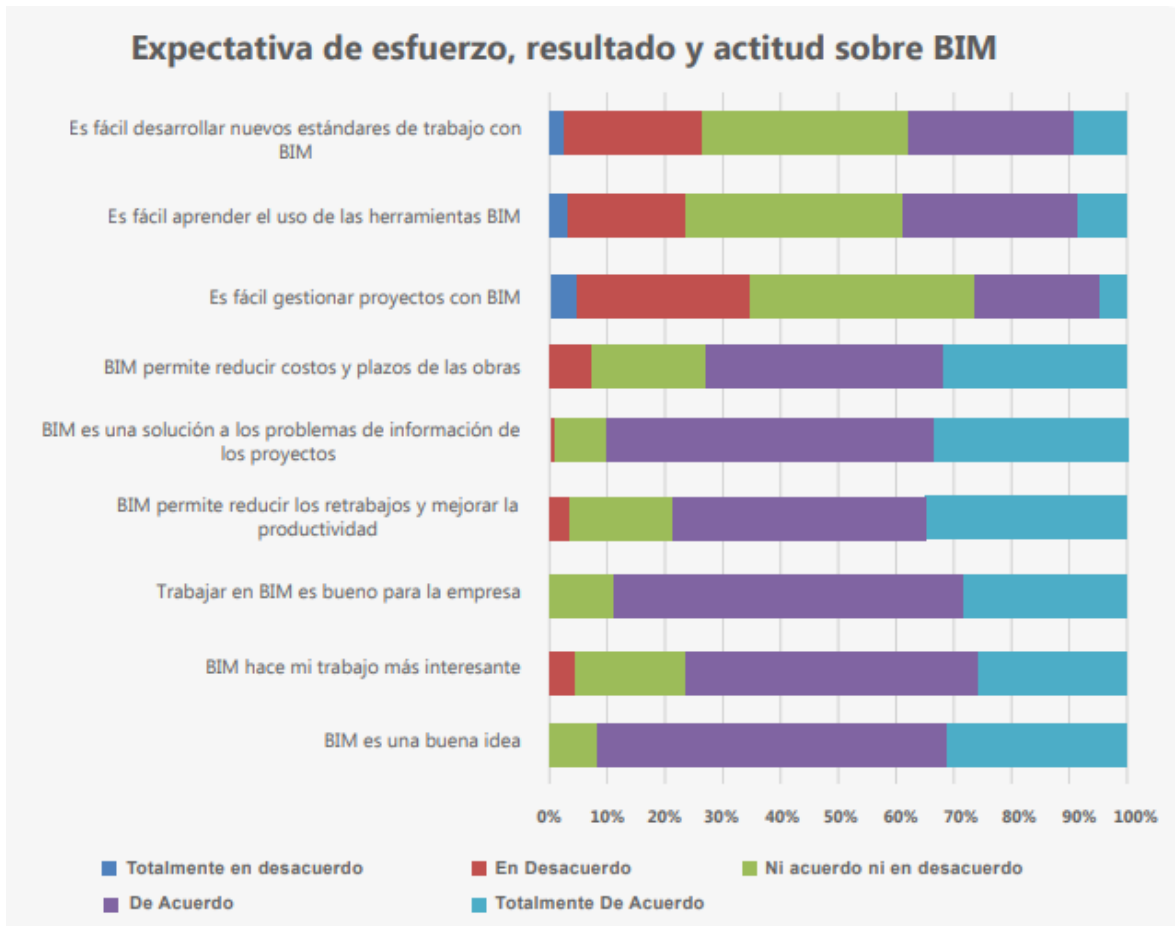
*Gráfico 13: Resultados percibidos de adoptar BIM*



#### 4.3.4. Aceptación del BIM

Los presentes gráficos presentan distintos ítems que se refieren a la expectativa de esfuerzo, expectativa de resultado y la actitud de los usuarios hacia BIM. Se percibe una alta expectativa de esfuerzo: sólo un 30% de los encuestados considera que es fácil desarrollar nuevos estándares de trabajo, aprender las herramientas, o gestionar los proyectos con BIM. Por otro lado, existe una alta expectativa de resultado. Alrededor del 90% considera que BIM permite reducir problemas de la información de los proyectos, y alrededor del 70% considera que permite reducir retrabajos, mejorar la productividad y reducir costos y plazos. Finalmente, la actitud en general es positiva. Más del 90% está de acuerdo o totalmente de acuerdo con que BIM es una buena idea, el 88% considera que BIM es bueno para la empresa y un 76% considera que BIM hace el trabajo más interesante.

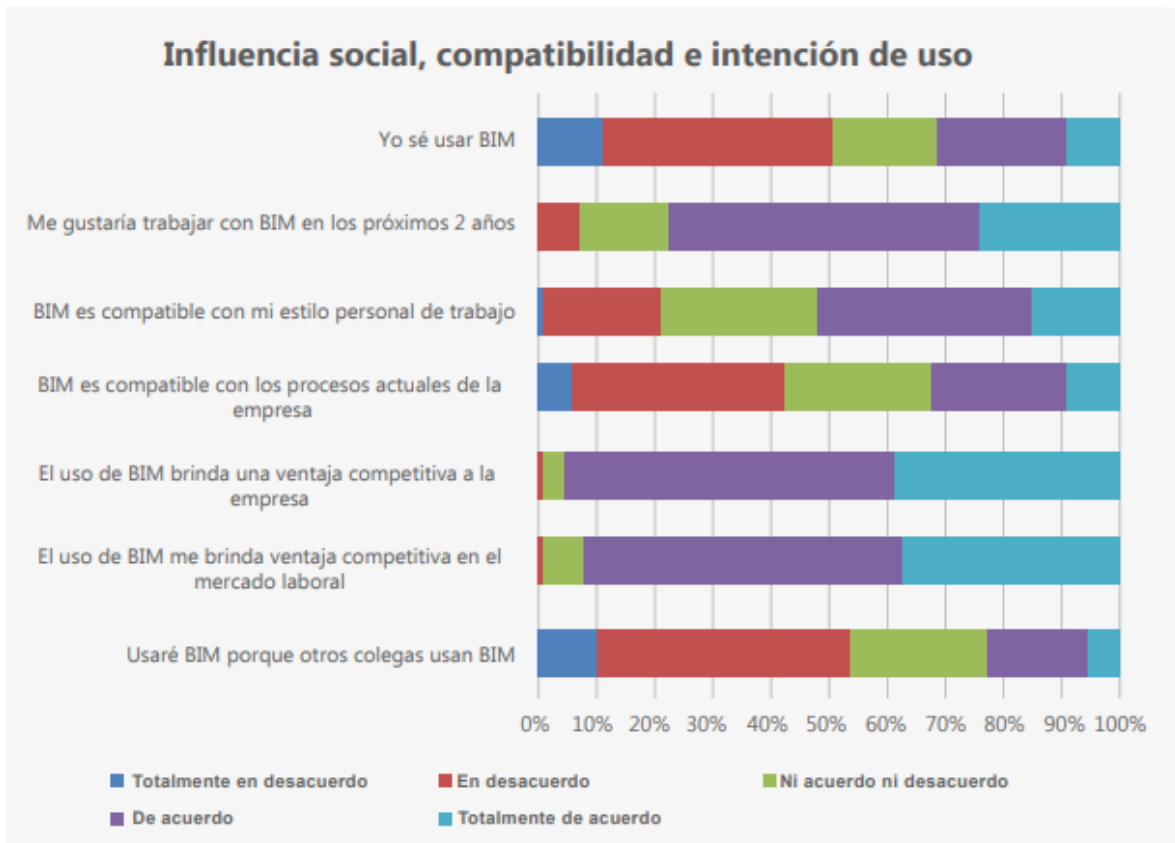
Gráfico 14: Expectativa de esfuerzo, resultado y actitud sobre BIM (N=323)



#### 4.3.5. Intención de uso

El 30% de los encuestados afirma que sabe usar BIM, mientras que un 75% considera que les gustaría trabajar con BIM en los próximos 2 años. Por otro lado, un 50% considera que BIM es compatible con su estilo personal de trabajo, pero solo un 30% considera que BIM es compatible con los procesos de la empresa. Finalmente, más del 90% considera que BIM da una ventaja competitiva a la empresa y al profesional. Solo un 20% afirma que usará BIM porque otros usuarios usan BIM.

*Gráfico 15: Influencia social, compatibilidad e intención de uso BIM (N=323)*

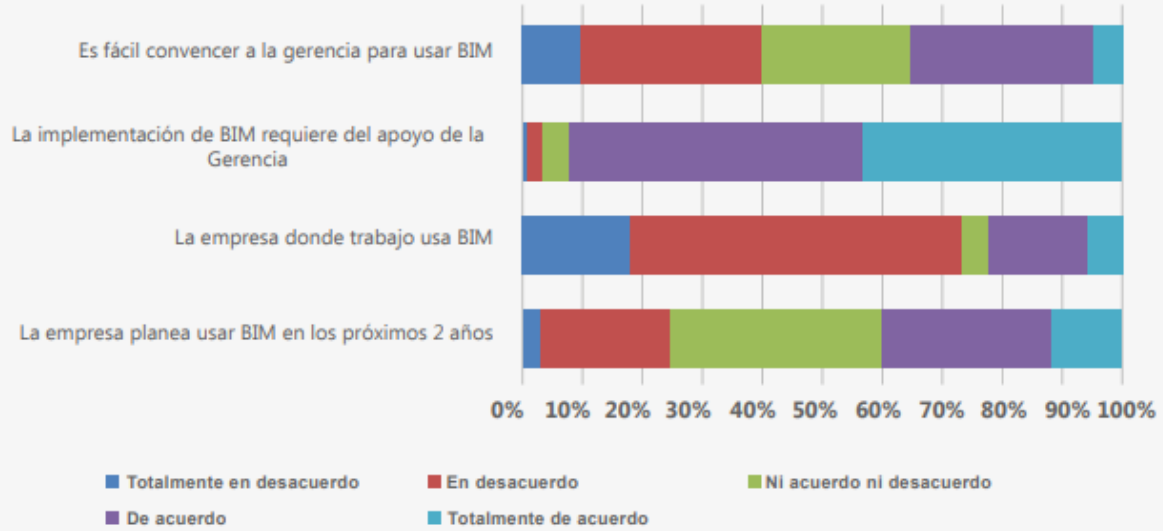


#### 4.3.6. Apoyo de las empresas

Finalmente, se presentan resultados sobre el apoyo de la gerencia y de la empresa para el uso de BIM. Un 90% considera que el uso de BIM requiere el apoyo de la alta gerencia, pero solo un 35% considera que es fácil convencer a la gerencia para usar BIM. Estos resultados pueden sugerir una gran barrera para la difusión dentro de la organización. Quizá la barrera más importante es la falta de resultados visibles para la alta dirección. Un poco más del 20% de los encuestados afirma que la empresa utiliza BIM, resultado consistente con la primera sección de este estudio. Un 40% afirma que la empresa planea utilizar BIM en los próximos dos años.

*Gráfico 16: Apoyo de la alta gerencia para el uso de BIM (N=323)*

## Apoyo de la Empresa



# CAPÍTULO III

## V. CAPITULO III: Análisis de resultados BIM

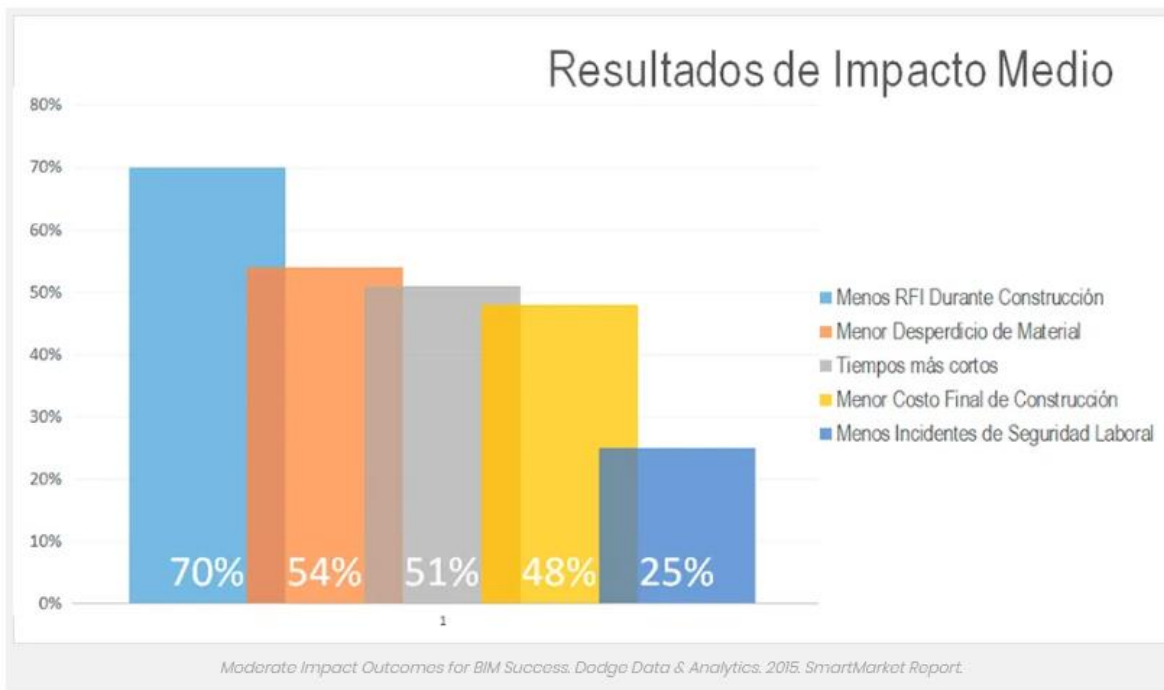
### 5.1. RESULTADOS BIM EN AMERICA LATINA

La implementación generalizada de BIM es un hecho y ya se han completado suficientes proyectos como para poder medir consistentemente el impacto positivo de los procesos BIM en resultados específicos de los proyectos, así como también el determinar cuáles factores contribuyen o impiden a dicho éxito.

#### 5.1.1. Resultados de Impacto Moderado

La encuesta ejecutada por Dodge Data & Analytics arroja que estos factores tienen un impacto moderado sobre varias áreas de proyecto, de los cuales resaltan cinco resultados específicos. Los usuarios BIM que experimentaron algún impacto en estos cinco resultados, también identificaron el grado de dicho impacto entre: a) menos de 5%, b) entre 5-10%, y c) más de 10%. La gráfica del reporte muestra los resultados de los participantes que experimentaron mejoras de más de un 5%.

*Gráfico 17: Resultados de Impacto medio del BIM*



El alto porcentaje (70%) de respuestas que testifican de una Reducción de RFI (Solicitudes de Información) en un 5% o más demuestra el impacto de BIM en reducir la incertidumbre y confusión en el proyecto. Este indicador positivo de mejoras en el proceso es probablemente también un factor influenciador en los resultados de mejoras en la productividad.

Cerca del 50% de los usuarios BIM evaluaron la Reducción en Costo, Tiempo y Desperdicio muy favorablemente. El Desperdicio de Material se genera durante la construcción en el terreno y en muchas ocasiones por procesos de reconstrucción. Es por esto que la Reducción en Desperdicio pueda ser considerado un indicador de reducción en “Reconstrucción”, y posiblemente está conectado con el hallazgo de Reducción de Trabajo en el Terreno.

La Reducción en el Tiempo y Menor Costo Final de Construcción han sido los dos resultados más anticipados de BIM desde su introducción. El hecho de que la mitad de los encuestados reportan un impacto de al menos 5% en ambas es un muy buen indicio de grandes mejoras en el futuro.

Resulta interesante ver que 1/4 de los encuestados reporta al menos un 5% de Reducción en Incidentes de Seguridad en obra, la relación directa entre BIM y la seguridad aún está en desarrollo, en comparación con los otros resultados.

## **VARIACIÓN EN LOS RESULTADOS POR TIPO DE EMPRESA**

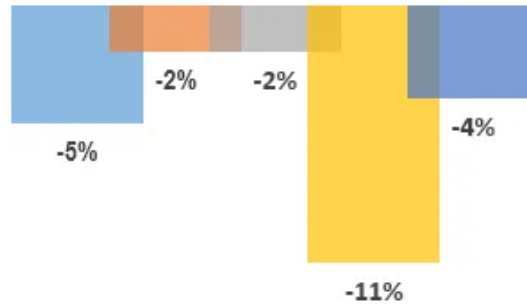
La data muestra cuánto varía la respuesta de cada tipo de compañía en comparación al promedio de todas las respuestas.

### ***a) Arquitectos***

Los arquitectos generalmente reportan valores ligeramente por debajo del promedio total al evaluar el impacto de BIM en los cinco resultados de impacto moderado. La variación mayor (-11% por debajo de la media) se encuentra en el Menor Costo Final de Construcción. Esto puede reflejar la distancia del arquitecto con respecto al detalle del día a día de manejo de presupuesto de construcción y, por lo tanto, su reducida oportunidad de ver de primera mano la

conexión directa entre el proceso basado en modelos inteligentes y la reducción en los costos.

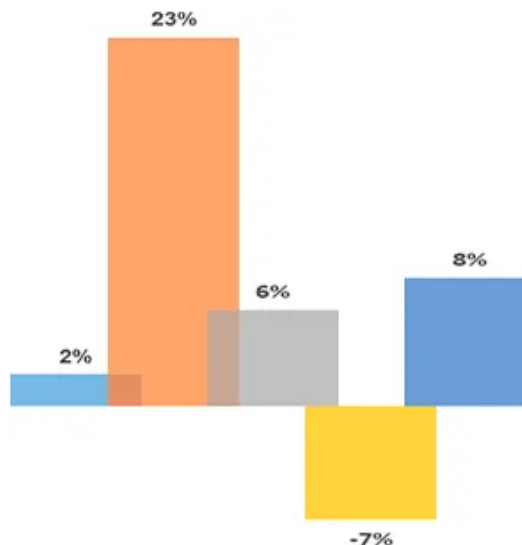
*Gráfico 18: Variación de resultados en Arquitectos*



**b) Ingenieros**

Generalmente por encima del promedio, los ingenieros ven los resultados positivos mayores (23% sobre el promedio) en el impacto de BIM en Menor Desperdicio de Material. Similar a los arquitectos, los ingenieros están por debajo de la media en su identificación con el Menor Costo Final de Construcción. Curiosamente, los ingenieros dieron las respuestas más altas en Menos Incidentes de Seguridad Laboral. Esto puede ser debido a que la muestra contiene una gran proporción de ingenieros estructuralistas, y las caídas son un problema particularmente serio en ese renglón.

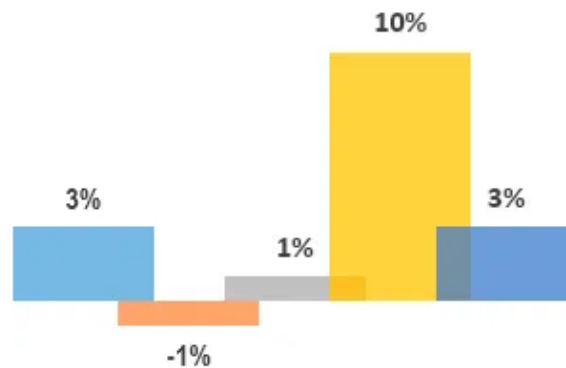
*Gráfico 19: Variación de resultados en Ingenieros*



c) *Contratistas*

Cerca al promedio de todos los resultados, la variación mayor para los contratistas (10% por encima de la media), se refiere al Menor Costo Final de Construcción. Este hallazgo tiene sentido debido a su participación directa y responsabilidad sobre el costo final, lo cual los coloca en la mejor posición para apreciar el impacto positivo de los procesos basados en modelos.

*Gráfico 20: Variación de resultados en Contratistas*



**5.1.2. Resultados de Alto Impacto**

Debido a que los porcentajes del impacto de BIM pueden ser bien marcados en estos resultados de obra, a los arquitectos, ingenieros y contratistas entrevistados que reportaron algún grado de impacto se les pidió identificar el grado de dicho impacto en uno de tres renglones: a) Menos de 25%, b) 25%-50%, o c) Más de 50%. La gráfica muestra los porcentajes combinados de todos los participantes que experimentaron más de un 25% de mejora.

**IMPACTO DIRECTO DE BIM EN EL TRABAJO DE OBRA**

El crecimiento explosivo de la pre-fabricación generada por modelos tridimensionales ha sido extensamente documentado en los reportes de investigación de Dodge Data & Analytics. Ahora que muchos de los proyectos en los que se ha implementado esta práctica han sido completados, casi un tercio (31%) de los participantes reportó ver al menos 25% Menos Trabajo en el Terreno

Debido a Más Fabricación Off-Site. Esta tendencia probablemente incrementará a medida que la industrialización de los procesos constructivos va tomando más tracción.

*Gráfico 21: Resultados durante el proceso de ejecución*



En cuanto al trabajo aún realizado en obra, más de 1/4 (27%) reporta un impacto de al menos 25% de Mejoras en la Productividad del Trabajo, como resultado directo de los procesos basados en modelos. Entre los contratistas, sólo un 7% reportó ningún impacto en productividad.

En una industria que se enfrenta a faltas de mano de obra, estos aspectos positivos de BIM sobre la mano de obra confirman sus beneficios como una fuerza multiplicadora de los recursos.

*Fuente: BIM Blog - Rebeca Toribio (October 16, 2018)*

## 5.2. ESTUDIOS PERCIBIDOS EN CHILE 2019

### 5.2.1. Beneficios

La reducción de errores en los documentos de construcción, la reducción de conflictos de construcción y la mayor satisfacción del cliente son los principales beneficios obtenidos con el uso de BIM. La reducción del tiempo de desarrollo es un beneficio especialmente importante para arquitectos (82%), pero no tanto para ingenieros (45%). Los beneficios en la fase de construcción son menos frecuentes: menos del 40% de los constructores señala haber observado reducción de costos, reducción del tiempo de construcción o mejor precisión en la programación de obra.

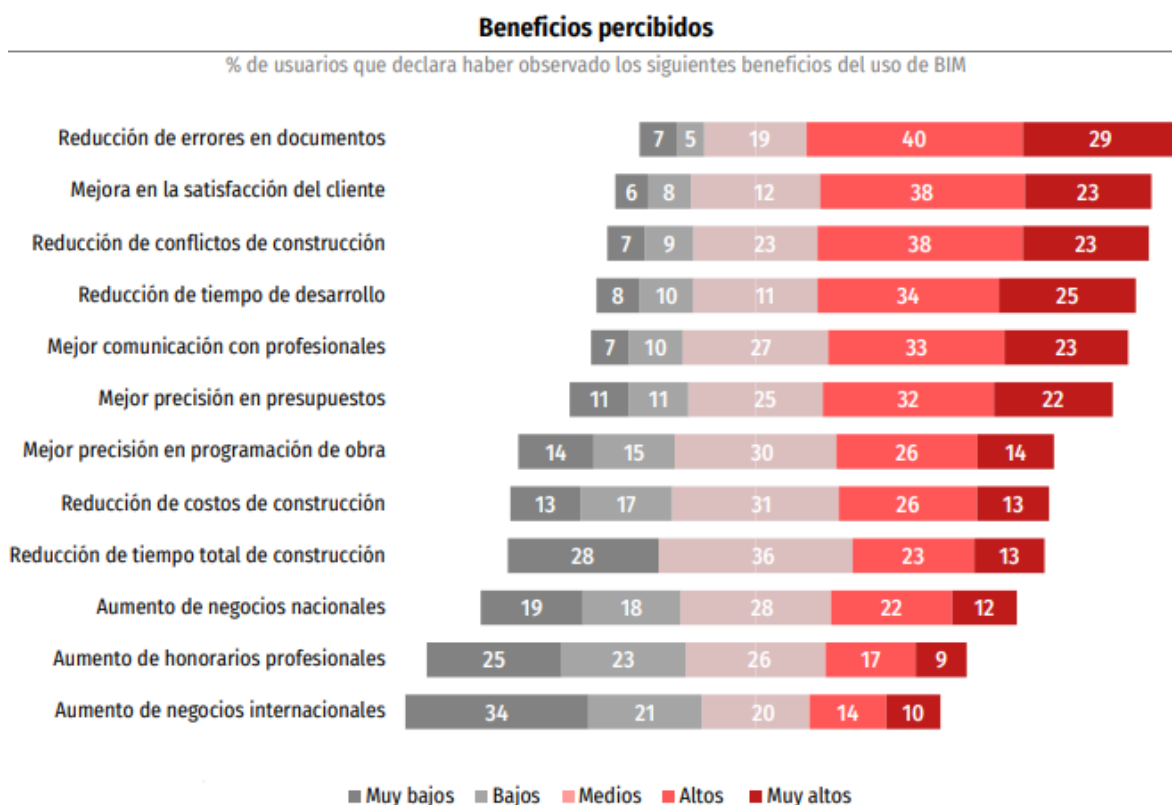
**Usuarios regulares vs ocasionales.** En todas las categorías, sin excepción, los usuarios regulares reportan beneficios más altos que los usuarios ocasionales. Por ejemplo, 82% de los usuarios regulares reporta beneficios altos o muy altos reducción de errores en documentos versus sólo un 49% en usuarios ocasionales.

**Aumento de honorarios.** Sólo un 26% de los usuarios declara haber percibido aumento de honorarios a raíz del uso de BIM. Por lejos, los más beneficiados son los ingenieros especialistas MEP (52% de ellos declara aumentos altos o muy altos). La mejora en honorarios es mayor para profesionales jóvenes (26-35 años, 33%), que para profesionales mayores (19% promedio otros tramos).

**Beneficios en usuarios indirectos.** Los usuarios indirectos coinciden con los usuarios directos en que la reducción de errores en los documentos y de conflictos de construcción son los principales beneficios obtenidos con BIM. Sin embargo, los usuarios indirectos no perciben el mismo nivel de reducción de tiempo de desarrollo que los usuarios directos (33% vs 59%)

**Percepción de beneficio relativo.** A juicio de los usuarios, los participantes que más se benefician económicamente con el uso de BIM son los mandantes, seguido de arquitectos y constructores. Los ingenieros son percibidos como los menos beneficiados.

Gráfico 22: Beneficios Percibidos



### 5.2.2. Barreras para el uso.

El alto costo del software BIM es señalado por el 70% de los usuarios como la principal barrera para el uso de BIM, de manera transversal a todas las disciplinas y tipos de usuarios. El porcentaje es aún mayor entre ingenieros especialistas MEP (80%), en empresas pequeñas (76%) y en usuarios iniciales (73%). Notablemente, el alto costo del software es también una de las principales razones para el no uso de la tecnología (pág. 12).

Otras barreras importantes son: la cantidad de trabajo adicional debido a que otros profesionales no usan BIM (57%, mayoritariamente arquitectos), la falta de profesionales con conocimiento BIM (47%) y la falta de conocimiento BIM en el cliente (44%).

Las barreras procedimentales —propias de industrias con alta madurez BIM— no son percibidas como importantes. Sólo los usuarios más avanzados, tales como

consultores BIM, mencionan a la falta de estándares BIM, a la falta de librerías de objetos y la falta de falta de marcos legales como problemas importantes para la adopción.

Gráfico 23: Barreras de uso



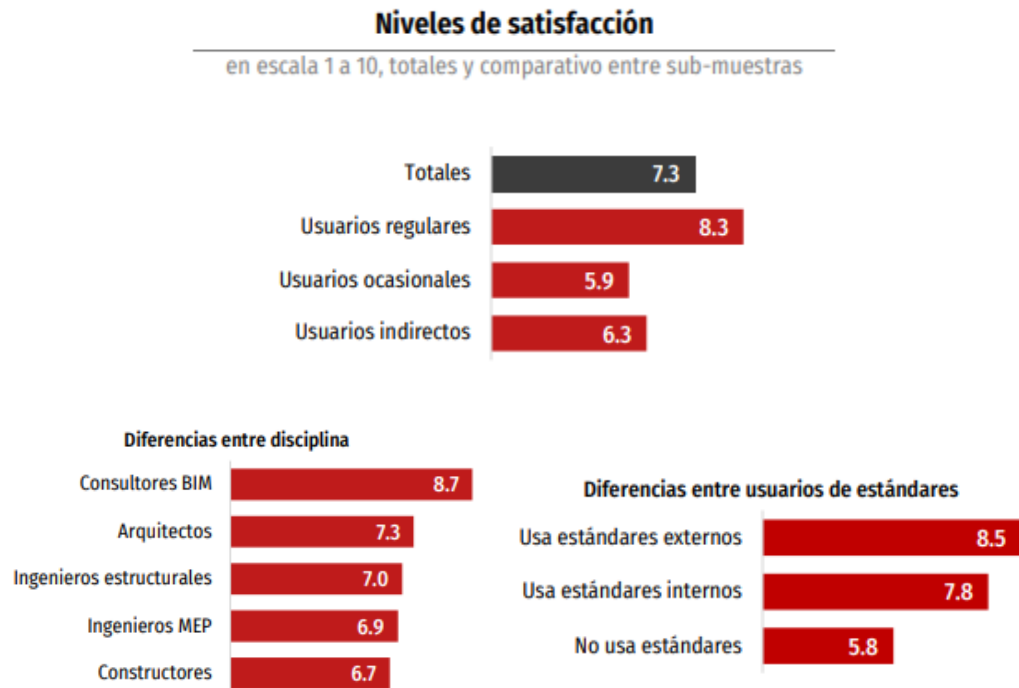
### 5.2.3. Niveles de satisfacción

El nivel general de satisfacción con el uso de BIM es 7.3, en una escala de 1 a 10. Los usuarios regulares (8.3) se muestran significativamente más satisfechos que usuarios ocasionales (5.9) e indirectos (6.3).

**Diferencias entre disciplinas.** Naturalmente, los consultores BIM son los usuarios más satisfechos (8.7). El resto de las disciplinas muestra niveles de satisfacción relativamente similares, con tasas decrecientes que son concordantes al nivel de uso.

**Diferencias entre usuarios de estándares BIM.** Los usuarios que utilizan estándares BIM externos (definidos por el cliente o normas internacionales) son los más satisfechos por la tecnología (8.5), y en contraste, quienes no utilizan estándares son los menos satisfechos de todos los grupos evaluados (5.8).

Gráfico 24: Niveles de Satisfacción



*Fuente: Encuesta Nacional BIM 2019 – Informe de resultados  
(Universidad de Chile)*

### 5.3.VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM

#### 5.3.1. Entendimiento de la secuencia constructiva

Con la metodología BIM, al elaborar una pre-construcción virtual del proyecto, se puede tener una mayor planificación en la ejecución de la obra mediante el uso de modelos 4D, en donde a los objetos en 3D del modelo se les vincula una dimensión adicional de tiempo que permite realizar un programa de actividades detallado y coherente con la realidad, en donde se puede simular el proceso de construcción y mostrar cómo la obra se vería en cualquier punto del tiempo.

#### 5.3.2. Manejo eficiente de la información

Con BIM toda la información sobre el proyecto se maneja de manera centralizada y no dispersa en diferentes lugares, lo que evita tener varias versiones de un mismo proyecto eliminado así las incompatibilidades que esto genera.

### **5.3.3. Integración interdisciplinar del proyecto**

En BIM el proyecto se puede diseñar, planear y ejecutar en un ambiente colaborativo donde todos los profesionales involucrados en cada fase del proyecto puedan intercambiar información, realizar modificaciones y utilizar la información de otras áreas según sean los requerimientos particulares. Lo importante de esta integración es que se puede realizar desde cualquier parte del mundo, en donde los profesionales involucrados en el proceso podrán acceder al modelo en tiempo real a través de una conexión de internet.

### **5.3.4. Detección de interferencias**

Uno de los mayores beneficios de utilizar la metodología BIM es que permite realizar revisiones de interferencias de los elementos constructivos del proyecto, corrigiendo los problemas de diseño que se presentan entre planos y especificaciones técnicas durante el proceso de modelado y no en la etapa de construcción, ensayando en el modelo 3D las posibles soluciones para que puedan ser validadas técnicamente por los proyectistas y aprobadas finalmente por el cliente, la gerencia o ambos, según sea el caso.

### **5.3.5. Interoperabilidad**

El diseño y la ejecución de un proyecto constructivo son trabajos que deben realizarse en equipo con profesionales de diversas especialidades, y por ende se involucran diversas plataformas para su desarrollo. La metodología BIM permite interfaces con otros productos específicos en donde se puede realizar la importación y exportación de las normas del proyecto, es decir, permite tener una interoperabilidad al trabajar con la extensión internacional IFC (Industry Foundation Classes) para la representación de información de edificios: —La interoperabilidad es la capacidad de transmitir datos entre aplicaciones, y para múltiples aplicaciones para contribuir conjuntamente a la obra que nos ocupa. Interoperabilidad, como mínimo, elimina la necesidad de copiar manualmente los datos ya generados en otra aplicación (Eastman et al., 2011:100).

Adicionalmente este mismo modelo se puede utilizar para llevar a cabo otros análisis que complementan el diseño del proyecto constructivo, como por ejemplo los análisis de eficiencia energética, los análisis de ventilación, etc.

#### **5.3.6. Parametrización de los elementos del modelo**

Los elementos que conforman el proyecto constructivo (como los muros, vigas, columnas, etc.), que antes se representaban a través de unas dimensiones fijas, son definidos por parámetros modificables según las necesidades específicas del usuario, determinando no solo la geometría sino también las propiedades físicas del elemento, como por ejemplo su material. Esto no solo genera una información real de los elementos constructivos, sino que también permite realizar cambios dentro del modelo de una manera rápida y eficaz.

#### **5.3.7. Bidireccionalidad asociativa**

Se refiere a la gestión integrada y coherente de los cambios que se realizan en el proyecto durante el proceso de diseño. En los modelos hechos con BIM las representaciones de sus diferentes elementos pueden automatizarse, y dado que todas las vistas provienen del mismo modelo, se consigue que estén siempre coordinadas entre sí y actualizadas en tiempo real. Por ejemplo, al hacer una modificación de los atributos de un muro dentro del modelo, automáticamente se actualizan todas las vistas generadas, eliminando así las posibles inconsistencias.

#### **5.3.8. Manejo de cantidades de obra y presupuestos**

En BIM se tiene un modelo basado en elementos que poseen ciertas características y parámetros reales, lo que permite una cuantificación exacta de todos y cada uno de los elementos necesarios para su ejecución, evitando inconsistencias en el presupuesto.

### **5.3.9. Manejo de proveedores**

Dado que los componentes se encuentran totalmente definidos en el modelo, se puede obtener un mejor resultado de los diferentes proveedores frente a los detalles del diseño, pues se brinda la posibilidad de elaborar de manera automatizada y con maquinaria especializada desde cualquier taller remoto a la obra los objetos requeridos, generando así una construcción sin pérdidas o Lean Construction, en donde se reduce totalmente el desperdicio de materias primas y se genera una construcción mucho más limpia.

Adicionalmente al conocer la información de las cantidades, especificaciones y propiedades, se pueden programar las compras y pedidos de los materiales a los contratistas, lo que permite que en la obra siempre se cuente con los insumos necesarios para su ejecución y no se tengan retrasos con las fechas estimadas.

### **5.3.10. Mejoras en la calidad final del proyecto**

Al tener coordinadas todas las disciplinas involucradas en el desarrollo del proyecto, se disminuye considerablemente los errores en la documentación final de obra, lo que asegura que todas las especificaciones técnicas y los estándares de calidad se cumplan sin tener alteraciones significativas con el proyecto original.

### **5.3.11. Ciclo de vida del edificio**

La metodología BIM contempla el concepto de ciclo de vida desde las primeras fases de concepción de un proyecto constructivo, es decir, el edificio se puede estudiar tanto en la fase de diseño, la de construcción e incluso también la de explotación, buscando que sus futuros usuarios puedan acceder a toda la información necesaria para planificar, por ejemplo, el mantenimiento y la reparación de todas las instalaciones en un momento determinado. Así, se puede afirmar que —BIM tiene un uso potencial en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto: puede ser utilizado por el propietario para entender las necesidades del proyecto, por el equipo de diseño para analizar, diseñar y desarrollar el proyecto, por el contratista para gestionar la

construcción del proyecto y por el gerente de la instalación durante las fases de operación y desmantelamiento (Bryde et al., 2013:974).

### **5.3.12. Manejo de marketing del proyecto**

Poder cumplir satisfactoriamente con las metas de las ventas de los proyectos es uno de los principales aspectos que se tienen en cuenta a la hora de realizar las proyecciones y el retorno de la inversión, buscando cumplir con los plazos que se fijaron inicialmente para que no se presente una variación en los tiempos de ejecución del proyecto, evitando así alteraciones posteriores en el tema presupuestal.

Con la metodología BIM, además de obtener una serie de documentos técnicos, es posible mostrar la imagen del proyecto a los usuarios de una manera fácil y práctica en tiempo real, en donde el diseño se comunica de mejor forma a los clientes facilitando su interacción con el equipo técnico encargado de formular el proyecto. —La idea es utilizar imágenes o animaciones extraídas del modelo con el propósito de promover o vender un proyecto, apoyando el plan de marketing de este (si es necesario) lo que puede traer una ventaja con respecto a la competencia (Saldías, 2010:36)

## **5.4. DESVENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM**

### **5.4.1. Costo de adopción**

Este aspecto es el principal obstáculo para una implementación de la metodología BIM en las pequeñas y medianas oficinas de diseño. Lo primero que se debe tener en cuenta es que para poder usar esta metodología se debe realizar una inversión inicial alta para la adquisición de los diferentes programas y de equipos que cuenten con las características específicas para el flujo de trabajo, los cuales deben estar conectados por un servidor potente que permita la elaboración del modelo y una copia de seguridad que respalde todo el proceso. Dependiendo del tamaño del

proyecto también se debe contemplar la posibilidad de generar puestos adicionales de trabajo para cumplir con la nueva carga que éste demanda.

Adicionalmente, es necesario capacitar a los profesionales que harán parte del equipo de trabajo, pues cada uno debe conocer muy bien tanto el programa de modelado como la metodología que se empleará para el desarrollo de proyectos, teniendo un retorno de la inversión a largo plazo cuando la metodología BIM se pueda aplicar plenamente en grandes proyectos.

#### **5.4.2. Generación completa de los modelos con altos niveles de precisión**

En un proyecto realizado con BIM la documentación técnica de construcción en dos dimensiones y en papel debe ser preparada a partir del modelo en tres dimensiones, y para lograr esto el modelo tiene que ser completado en su totalidad. Además, el proyecto debe modelarse con una precisión total para que los datos obtenidos coincidan con la realidad, lo cual a menudo no es posible de lograr por la complejidad y los altos estándares que exigen para su ejecución los proyectos de construcción actuales.

#### **5.4.3. Cambios en las metodologías personales de trabajo**

La metodología BIM requiere que todos y cada uno de los miembros del equipo abandonen los planes de trabajo individual específicos de la disciplina o de la oficina particular de diseño, y se deben establecer normas y reglas estrictas en el equipo para trabajar de acuerdo con las normas BIM, ya que esto afecta la eficacia y el resultado final del proyecto.

#### **5.4.4. Información incompleta entre plataformas BIM**

Un problema común en el desarrollo de proyectos usando varias plataformas BIM es conseguir que los diferentes formatos de archivo funcionen correctamente al crear un modelo con información combinada del edificio, lo que en ocasiones genera inconsistencias en la información técnica que se extrae de dicho modelo.

Esto podría, por ejemplo, relacionarse con el cálculo de los volúmenes de materiales. Cuando los datos se han tomado de los modelos de información de la construcción originales se obtiene cierto valor, y cuando se toma de datos después de los modelos se han convertido en el formato de archivo IFC, un valor diferente se puede generar (Fazli et al., 2014:1121).

#### **5.4.5. Falta de regulación legal**

Actualmente no existe una regulación legal para la aplicación de la metodología BIM en el desarrollo de proyectos de construcción, lo cual puede generar conflictos y malos entendidos entre los participantes del proyecto que podrían ocasionar retrasos en las obras de construcción, lo que conlleva en aparición de costos adicionales o incluso demandas, lo que no estimularía la aplicación de la metodología BIM en el mercado actual de la construcción.

Adicionalmente, se tendrían serios problemas en los temas relacionados a la propiedad intelectual, pues —en comparación con los dibujos y especificaciones de dos dimensiones, los modelos BIM contienen una enorme cantidad de información electrónica que se puede transmitir rápidamente, de manera eficiente, y se puede extraer y reutilizar en su totalidad o en parte con facilidad (Porwal y Hewage, 2013: 207).

## VI. 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 ellos 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.
- ❖ Otra de las barreras recurrentes es el poco nivel de apoyo de las empresas a los profesionales en capacitarse con esta tecnología; pues son pocas las empresas que buscan que sus trabajadores estén capacitados por que no sienten la necesidad de hacer y por que no perciben la mejora de productividad. Al ser tan pocas las entidades con esta tecnología se debería hacer una revolución total de las políticas de trabajo para implantar BIM de manera generalizada; por otra parte, la mayoría de profesionales no sienten el incentivo económico para desarrollarse más

ampliamente en esta materia siendo así de poca motivación en su grado de generalización.

- ❖ 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.
- ❖ Casi 3 de cada 4 usuarios están ampliamente satisfechos con la particularidad del BIM como sistema de trabajo generalizado, debido a la sofisticación como una tecnología inteligente que permite solucionar muchos problemas direccionados a la trabajabilidad para elaborar proyectos de construcción y para realizar seguimientos durante el proceso de vida útil de este.

## VII. RECOMENDACIONES

- ❖ 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.
- ❖ Implementar BIM requiere compromiso de cada nivel del negocio, pero nada matará un exitoso enrolamiento más rápido que la falta de compromiso de la administración senior. No se puede hacer BIM a medias, hay que encontrar los presupuestos, las personas necesitan ser capacitadas y eso implica que las actividades comerciales normales serán interrumpidas. Los gerentes tienen que dar una visión realista del impacto de los cambios, así como de los posibles beneficios, de modo que cuando las cosas se pongan difíciles, cosa que pueden suceder, se preparen para dar más para hacer que las cosas sucedan.
- ❖ El mayor error cometido por la mayoría de la gente nueva en BIM es asumir que BIM es todo acerca de tecnología, y así centran todos sus esfuerzos en el dominio de la tecnología en lugar de considerar el impacto que la aplicación de esta tecnología va a tener en los procesos del negocio.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASADA EN LA CONSTRUCCIÓN VIRTUAL USANDO TECNOLOGÍAS BIM”  
En la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Lima- Perú 2013
2. CHACÓN, Daniel y CUERVO, Génesis. En su Tesis para optar el título de Ingeniero Civil “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA ELABORAR PROYECTOS MEDIANTE EL SOFTWARE REVIT”. En la Universidad de Carabobo. Bárbula (Venezuela), Julio 2017.
3. DANNY MURGUÍA; en la investigación científica denominada “PRIMER ESTUDIO DE ADOPCIÓN BIM EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN LIMA Y CALLAO 2017” para el Departamento de Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica del Perú
4. EYZAGUIRRE VELA, Raúl Ralph. En su Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil “POTENCIANDO LA CAPACIDAD DE ANÁLISIS Y COMUNICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, MEDIANTE HERRAMIENTAS VIRTUALES BIM 4D DURANTE LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN” en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, noviembre de 2015
5. GARNICA PATIÑO, Andrea Geraldine; en su Tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “DISEÑO DE METODOLOGÍA INTEGRAL ORIENTADA A LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EMPLEANDO LA HERRAMIENTA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM). CASO: VIVIENDA UNIFAMILIAR.”, de la Universidad Metropolitana, Caracas (Venezuela), junio de 2017.
6. MACEDO SIAS, Luis Enrique. Morales en su Tesis Para Optar El Título Profesional De Ingeniero Civil “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN” -. Tarapoto Perú 2009

7. OBLITAS QUIROZ, V. H. (2018). IMPLEMENTACIÓN DEL BIM EN EL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 1283, Elías Soplín Vargas – Rioja – San Martín, 2018.
8. RED INTERAMERICANA DE CENTROS DE INNOVACION EN LA CONSTRUCCION; investigación científica denominada “BUILDING INFORMATION MODELING – BIM” Preparado por: Roberto ROJAS G. (CDT)  
Fecha: 18 de marzo de 2011
9. SALAZAR ALZATE, Manuel Fernando. Tesis de grado para optar el título de MAGISTER EN CONSTRUCCIÓN denominado: “IMPACTO ECONÓMICO DEL USO DE BIM EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE MANIZALES” en la Universidad Nacional de Colombia – Manizales (febrero, 2017)
10. TORIBIO; Rebeca. (*October 16, 2018*) BIM Blog  
<http://blog.triart.com.do/2018/10/16/mercado-bim-resultados-bim-parte-i/>
11. UNIVERSIDAD DE CHILE, Facultad de Arquitectura y Urbanismos; “ENCUESTA NACIONAL BIM 2019 INFORME DE RESULTADOS” Investigador responsable:  
Prof. Mauricio Loyola

# ANEXOS

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PROFESIONALES QUE SE DEDICAN AL  
RUBRO DE LA CONSTRUCCIÓN TARAPOTO, SAN MARTIN 2020**

**Pregunta N° 1.1:**

¿Ha escuchado alguna vez el termino BIM?

- a) Si
- b) No

**Pregunta N° 1.2:**

¿Conoce usted el significado del término BIM?

- a) Si
- b) No

**Pregunta N° 1.3:**

¿Cuál es el sistema o método que se aplica para los procesos constructivos en el lugar donde labora?

- a) Sistema CAD
- b) Sistema BIM
- c) Otro

**Principales causas de una mala coordinación de proyectos. Calificar de acuerdo a su importancia con nota de 1 a 5, siendo 5 la que más afectara a la coordinación.**

- |  |         |
|--|---------|
| 2.1) Falta de comunicación entre las partes                            | (.....) |
| 2.2) No se utilizan herramientas tecnológicas adecuadas para coordinar | (.....) |
| 2.3) Ausencia de una entidad Coordinadora                              | (.....) |
| 2.4) Complejidad de los proyectos                                      | (.....) |
| 2.5) Tiempo de desarrollo de los proyectos en etapa de diseño          | (.....) |
| 2.6) Cambio del proyecto por parte del mandante                        | (.....) |
| 2.7) Problemas contractuales entre partes                              | (.....) |

**Los principales problemas durante la obra relacionados a una mala coordinación de proyectos. Calificaron según su importancia con nota de 1 a 5, siendo 5 el más problemático.**

- |   |         |
|---|---------|
| 3.1) Atrasos en la entrega de la Obra                     | (.....) |
| 3.2) Aumento en Obras Extraordinarias                     | (.....) |
| 3.3) Aumento en los costos finales de la Obra             | (.....) |
| 3.4) Problemas contractuales entre mandante y proyectista | (.....) |
| 3.5) Interferencias entre distintas especialidades        | (.....) |
| 3.6) Información Faltante en cada proyecto                | (.....) |

**Pregunta N° 4.1:**

¿Está de acuerdo en usar la metodología BIM (si aún no lo usa)? / ¿Recomendarías el Uso de la metodología BIM (si ya lo usa)?

- a) Si
- b) No

**Pregunta N° 4.2:**

¿Piensa que la metodología BIM se implantara en el Perú de manera generalizada como ya se está imponiendo en algunos países del mundo?

- a) Si
- b) No

**Pregunta N° 4.3:**

¿Confía que la modernización de los nuevos métodos y tecnologías son más eficaces que los métodos convencionales para la planificación y construcción de Obras?

- a) Si
- b) No

**Pregunta N° 4.4:**

¿Cree usted que es posible la capacitación de profesionales acerca de la metodología BIM en Tarapoto? ¿Por qué medios?

- a) Universidades e Institutos
- b) Empresas relacionadas al rubro de la construcción
- c) Internet
- d) Otro

**Pregunta N° 4.5:**

¿Por qué cree que aún no se está utilizando a gran escala la metodología BIM en San Martín?

- a) Falta de Profesionales Cualificados que impartan la metodología.
- b) Falta de Capacitación profesional.
- c) Falta de interés de los mismos profesionales.
- d) Falta de la tecnología adecuada (Hardware y Softwares).
- e) Se ha demostrado o se cree poco eficaz.
- f) Otro