



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA MEJORA CONTINUA EN EL TIEMPO Y COSTO EN EL PROYECTO DE EDIFICACIÓN (LIMA - PERÚ)”: una revisión de la literatura científica

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Seiver Mamani Ttito

Asesor:

Ing. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

A mi familia.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que les caracterizan y que me ha infundado siempre para salir adelante pero más que nada por su amor.

AGRADECIMIENTO

Mi más cordial reconocimiento y agradecimiento al asesor y amigos, por su colaboración y orientación en la realización del presente trabajo, ya que supieron guiarme de la mejor manera con su repertorio amplio de conocimientos.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	13
CAPÍTULO III. RESULTADOS	17
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	20
REFERENCIAS	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Lista de artículos encontrados en el buscador Google académico*

Tabla 2. *Lista de artículos encontrados en el buscador Scielo*

Tabla 3. *Lista de artículos encontrados en el buscador Alicia*

Tabla 4. *Metodología y resultados de trabajos de investigación.*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Listado y cantidad de artículos de investigación

Figura 2 diagrama de flujo de pasos de búsqueda de información

RESUMEN

La construcción de edificaciones en Perú tiene aún un concepto tradicional, que le toma mucho esfuerzo incluir en el proceso constructivo nuevas tecnologías, métodos y herramientas de gestión, porque aún se tiene el prejuicio que la gestión de proyectos es un costo innecesario en la planificación de la construcción, sin embargo la gestión con la metodología BIM, garantiza un diseño y construcción de edificación sin cambios que no genera sobrecostos innecesarios. (Ccora Huaman, 2017).

El objetivo de esta investigación consiste en realizar una comparación de gestión de software como el BIM frente al CAD, conocer sus ventajas y desventajas que influyen en el costo y tiempo en la planificación de un proyecto de construcción “PROYECTO DE TORRE DEL PARQUE II”. Se ha recurrido a información digital, buscando en el principal buscador Google, pero en su plataforma para realizar estudio, Google Scholar o Google Académico y a la base de datos Scielo, Alicia y entre otros, ya que esta base de datos nos permite un mejor filtro para nuestra búsqueda, y en nuestro caso solo queremos artículos que tengan que ver con Ingeniería Civil o Arquitectura, filtrando, según el texto de búsqueda, los resultados que queremos investigar.

La única limitación que se tuvo es no poder acceder a artículos que se encuentran en un idioma extranjero. A pesar de eso se obtuvo varios artículos indicando en sus resultados que las empresas extranjeras que implementaron la metodología BIM tiene mucha ventaja ya que mejora la organización, planificación del proyecto además que principalmente se encuentran anticipadamente las interferencias y/o errores de construcción evitando así los sobrecostos además de reducir los tiempos y sobre todo se entregan proyectos de calidad.

Tenemos que saber que el estado peruano está atado de manos porque con todas las buenas intenciones de aplicar BIM en sus proyectos carece de una normativa. Por ello, en algunos casos se ven obligados a ejecutar estos proyectos por administración de entidades no gubernamentales, que sí pueden aplicar esta filosofía. (Bim Summit, 2018).

PALABRAS CLAVES: BIM, construcción, rentabilidad, tiempo, interferencias.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Respetar el plazo y costo de una obra de construcción en edificación es muy importante, pero en la práctica los documentos contractuales de diseño e ingeniería (planos y especificaciones técnicas) contienen una serie de deficiencias, una de las causas la falta de información clara y precisa durante la etapa de construcción, ocasionando retrasos de actividades ya programadas donde muchas veces conlleva al uso de recursos que no contemplan en el presupuesto.

Hoy en día los clientes son mucho más exigentes, por ende los proyectos de edificaciones son mucho más complejos por su diversa información en las distintas especialidades, la entrega de equipos, materiales e insumos se realizan en menor tiempo y además exigen un procedimiento de herramientas eficaces de gestión y planificación en la etapa de construcción. Es importante también realizar una adecuada revisión, compatibilización y realimentación del diseño del proyecto y en el periodo de licitación, porque existen diferentes interferencias e incompatibilidades que se detectan ya en la etapa de construcción, obligando a la constructora asumir los gastos además de la ampliación de plazos en el trabajo, un claro ejemplo es la ruptura de columnas para el pase libre de las instalaciones donde puede impactar en la calidad final del producto. Para evitar este tipo de problemas surge la GESTION BIM.

Un modelo BIM (Building Information Modeling) es una representación tridimensional y paramétrica de todos los elementos que constituyen cada una de las disciplinas de un proyecto de construcción: estructuras, arquitectura e instalaciones. El ser “paramétrica” quiere decir que cada elemento puede almacenar información y ser utilizada

para múltiples aplicaciones que van desde el diseño y construcción hasta el funcionamiento de las instalaciones. (Fuentes Hurtado, 2013).

La principal razón para el uso del BIM es compatibilizar e integrar el diseño del proyecto por anticipado y la detección de interferencias.

La compatibilización es necesaria debido a las deficiencias en los documentos de diseño para la construcción, es decir, cuando tenemos planos de una o entre dos especialidades que discrepan en corte y planta, o cuando falta definir detalles en alguna disciplina. Según un estudio local de las solicitudes de información emitidas por obra hacia los proyectistas, cerca del 70% de estas son referidas a las incompatibilidades entre los planos de arquitectura y estructuras. Por otro lado, las interferencias son aquellos cruces que se dan entre distintas disciplinas, especialmente instalaciones y son mucho más difíciles de detectar si no se tiene un modelo en tres dimensiones que facilite la visualización. Mientras más complejas sean las instalaciones, mucho más importante es el uso de BIM. Es por ello que podemos encontrar muchos ejemplos de su aplicación en hospitales o clínicas en otros países. (Fuentes Hurtado, 2013).

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad se vive una época de globalización y de alta competitividad en brindar productos de calidad y dar un excelente servicio, es allí donde las organizaciones en todo el mundo buscan alternativas de solución a sus problemas encontrados y como lograr ser una empresa competitiva a nivel mundial. Por tal motivo las empresas hoy en día están tienen el ojo puesto en la metodología BIM, porque está implicando una verdadera revolución tecnológica para la cadena de producción y gestión de la edificación y las infraestructuras en el sector construcción ,al punto que ya es un requisito obligatorio usarla en países como España. Y es que la metodología facilita el construir de una manera más

eficiente, reduciendo costes al tiempo que permite a proyectistas, constructores y demás agentes implicados trabajar de forma colaborativa. (Blasco Torregrosa, Gisbert Soler & Pérez Bernabéu, 2015). BIM es una herramienta muy poderosa ya que abarca, como reducir costos, brindar un servicio de calidad al usuario final, así como la forma en la que la empresa puede ser más competitiva brindando productos de calidad a un costo bajo.

Rebaza (2016) en su tesis menciona que la metodología BIM, mediante el estudio teórico y la posible aplicación en el Perú, se ha demostrado que en todas las organizaciones de la época actual, permiten enfrentar los constantes cambios, las intensas competencias y la gran demanda de clientes exigentes en el sector construcción; los resultados se verán reflejados en una rápida recuperación de la inversión, cambio en la cultura organizacional, posición en el mercado, personal estratégico, por lo que se concluye que la empresa obtendrá resultados significativos en la aplicación de esta metodología.

Asimismo, las empresas que brindan servicio y ventas de productos desean tener un cliente satisfecho, para ello es importante reducir tiempos de diseño y producción y mejora la calidad de los proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción.. El departamento de organizaciones de empresa, Universidad politécnica de valencia en la 6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, mencionan que la metodología BIM es una métrica de servicio al cliente que representa la tasa de edificaciones realizadas en un ciclo operativo. También se puede definir como la cantidad de insumos y que mide la fracción de demanda que se sirve directamente con el stock físico de materiales de construcción disponibles en los almacenes (Guijardo, 2012). Actualmente muchos lo conocen como el nivel de servicio, esto va en relación a los pedidos. Para lograr implementar la metodología BIM de manera adecuada, es necesario tener un buen inventario. Contar con una buena disponibilidad de Stock así se podrá atender los requerimientos sin problemas.

Muchas empresas de construcción aspiran a tener un nivel alto de cumplimiento en sus obras, si es posible tener el 100% , el logro de ofrecer un buen nivel de servicio no lleva a usar una herramienta que permita lograr el objetivo, en este caso la herramienta BIM ayudara con el objetivo trazado usándola de forma estratégica. Es lo que sucede con la empresas que trabajan con caso estructural, las mismas que cada día buscan brindar un mejor nivel de servicio, sobre todo en el sector automotriz donde la exigencia es muy alta, aquí es donde la empresa debe cubrir las expectativas del mercado, por lo tanto es indispensable un inventario optimo, de esta forma suministrara de forma oportuna los requerimientos del consumidor, logrando la satisfacción de los clientes.

Pregunta de Investigación: ¿el BIM será una herramienta eficiente en la construcción que pueda controlar el tiempo y costo frente a otras metodologías como el CAD?

Objetivo:

- investigar una metodología que ayude en la mejoría continua del costo y tiempo en la construcción de un edificio

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos del estudio, se utiliza la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura, esta apoya con la organización de las publicaciones de interés y relevancia, para la investigación del problema propuesto, el método permite, utilizar pasos debidamente ordenados secuencialmente, organizar las publicaciones halladas en bases de datos científicas y en bases de datos no convencionales, posteriormente, con un análisis estadístico, establecer parámetros de aportación y relevancia de las publicaciones, justificando y validando la investigación.

El propósito de esta investigación es demostrar la importancia que tiene la implementación exitosa de BIM en la construcción, ya que con esta herramienta se tratara de evitar en su mayoría de interferencias encontradas en el proyecto, en consecuencia en la fase de ejecución se evitara la ampliación de tiempos además de reducir costos.

Criterios para la inclusión y exclusión:

Se tomaron ciertas características de las publicaciones para sean incluidas como: la antigüedad, las publicaciones deben tener una antigüedad no más de 10 años, ya que no se recomienda artículos más antiguos por la calidad en aquellas construcciones. Así como también se incluirán los resultados que tengan plan de calidad, pero orientados al tema del trabajo de investigación.

Como criterios de exclusión, se descartaran todas aquellas publicaciones que no se encuentren mencionadas anteriormente.

Recursos de información:

Las bases de datos que se consultó fueron Scielo, Alicia, Redalyc, Ebsco, entre otros pero en el que más información se encontró fue en Google Académico.

Búsqueda:

Con la búsqueda de las palabra clave (BIM, construcción, paramétrico, metrados, optimización.), encontramos publicaciones que responde a la pregunta de investigación, teniendo cuidado en el año de publicación.

A continuación se realizara un cuadro de las publicaciones que se consideró como referencia:

Tabla 1

Lista de artículos encontrados en el buscador Google académico

TITULO	AUTOR	DOCUMENTO	AÑO	URL
Tecnología BIM en la industria de la construcción	Fuentes H.	Revista	2013	http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/viewFile/10113/10550
Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnología BIM	Alcántara R.	Tesis	2013	http://repositorio.uni.edu.pe/handle/uni/3760
Automatización en la elaboración del presupuesto y calendario valorizado a nivel de casco estructural en la etapa de licitación de un proyecto de edificación	Braul, Rios	Tesis	2018	http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12106
Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinares	Aliaga M.	Tesis	2012	http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112356
Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas	Farfan, Chavil.	Tesis	2016	https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621662

potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación	Eyzaguirre V.	Tesis	2015	http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6414
Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales	Salazar A.	Tesis	2017	http://www.bdigital.unal.edu.co/56964/
Valor real para el cliente de la gestión BIM (pre- construcción virtual) en proyectos de edificaciones	Jurado, Alva	Tesis	2016	https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3040

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Lista de artículos encontrados en el buscador Scielo

TITULO	AUTOR	DOCUMENTO	AÑO	URL
Tecnologías BIM en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado	PORRAS, SÁNCHEZ,RIVE RA, GALVIS- JAIMEZ, CASTAÑEDA	Revista	2015	http://www.unilibrecali.edu.co/images/revista-entramado/pdf/pdf_articulos/volumen11_1/Entramado_19003803_Enero-Junio_2015_230-249.pdf
Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D	BOHÓRQUEZ- CASTELLANOS; PORRAS-DÍAZ; SÁNCHEZ- RIVERA; MARIÑO- ESPINEL	Revista	2018	http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v14n1/1900-3803-entra-14-01-252.pdf

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Lista de artículos encontrados en el buscador Alicia

TITULO	AUTOR	DOCUMENTO	AÑO	URL
Reducción de costos de interferencias constructivas del centro comercial peruano aplicando la metodología BIM	Ccora H.	Tesis	2017	http://repositorio.upecen.edu.pe/handle/UPECEN/112
Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima.	Morales R.	Tesis	2018	http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2555/MORALES%20RIOS%20STEPHANIE%20VANESSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Utilización de la metodología Bim para la optimización de costos en el diseño de edificaciones de concreto armado en Huancavelica	Mulato C.	tesis	2018	https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNH_7d699b4e34c68c8a91ac842bfe2dd464

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Se obtuvo como resultado un total de 13 artículos entre libros, revistas y tesis; las fechas de publicación oscilaban entre 2012 al 2018. De los cuales 8 se encontraron en la base de datos de Google Académico, 2 del buscador Scielo y 3 de la base de datos Alicia. Se ilustrara mediante un gráfico de barras:

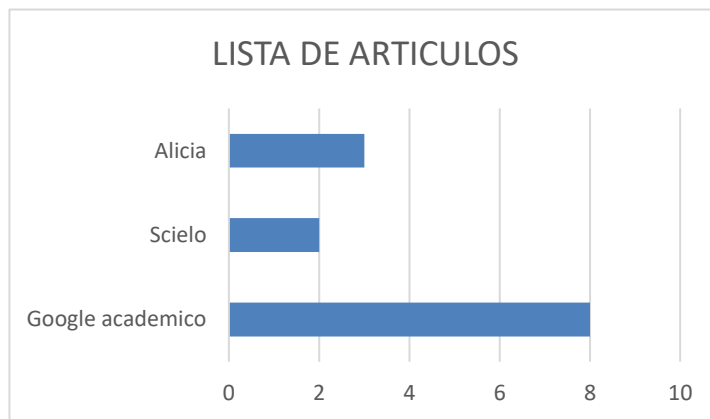


Figura 1 Listado y cantidad de artículos de investigación
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura mostraremos el diagrama de flujo, los pasos de cómo se realizó la búsqueda de información empírica o primaria y como fueron excluidas.

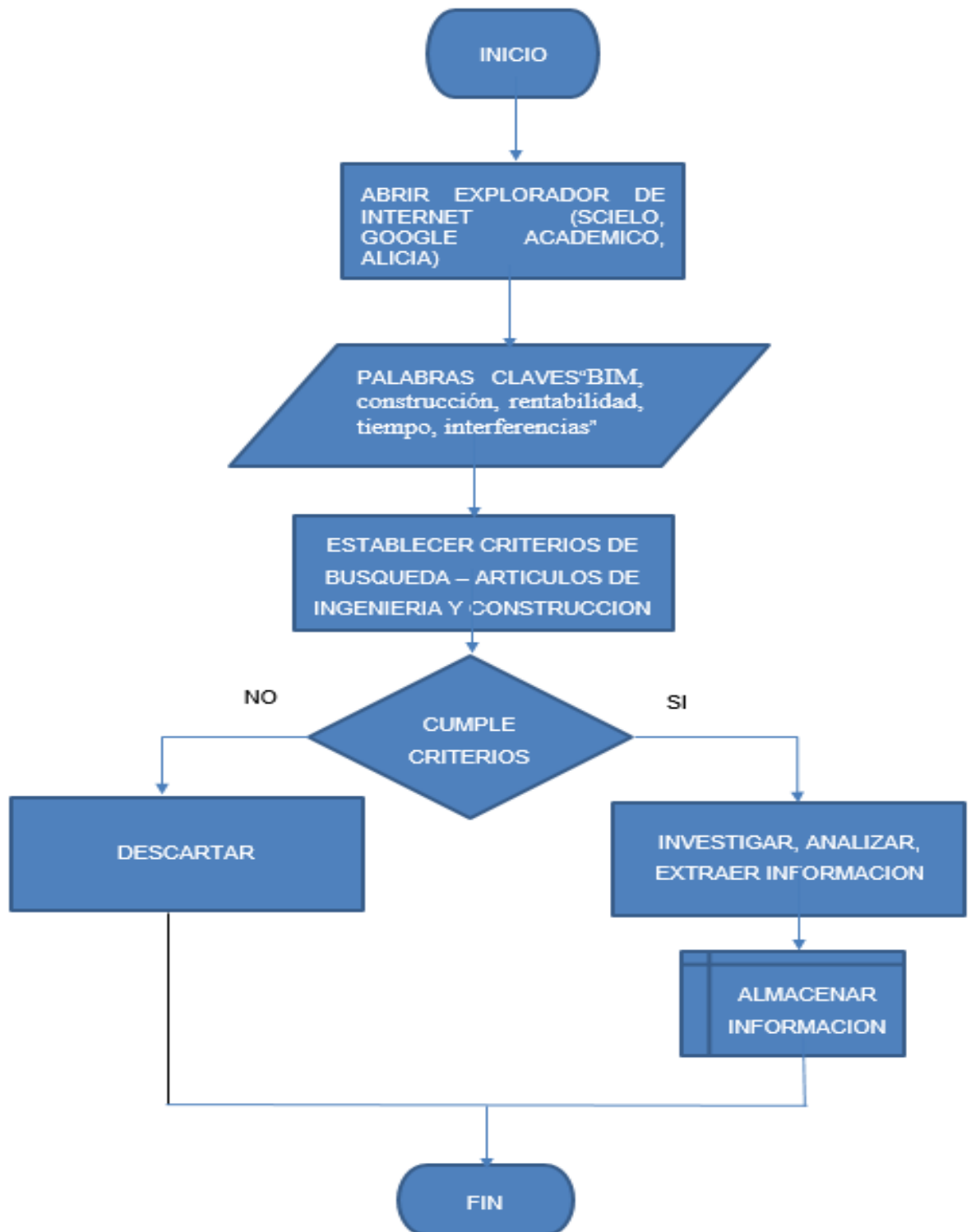


Figura 2 diagrama de flujo de pasos de búsqueda de información
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la lectura y análisis de cada uno de los documentos se tiene como resultado lo siguiente:

El BIM es una herramienta muy útil en la etapa de diseño y licitación porque se hace una simulación de construcción en donde se corrigen los errores o interferencias encontradas en los documentos.

Los diferentes trabajos investigados, muestran que el empleo de la tecnología BIM ya sea en cualquier etapa de la construcción (diseño, licitación ejecución, instalación y mantenimiento) tienen resultados favorables.

Su metodología y resultado de cada uno de estos trabajos fue la siguiente:

Tabla 4

Metodología y resultados de trabajos de investigación.

TITULO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Reducción de costos de interferencias constructivas del centro comercial peruano aplicando la metodología BIM	nivel aplicada de enfoque mixto (cualitativa y cuantitativa) y de diseño no experimental de tipo exploratorio que se recoge datos de las interferencias en un momento único, los datos fueron procesados a través de los cuadros de gestión de interferencias con el software SPPS	La metodología BIM en esta investigación demuestra que se reduce el costo de 100% a 2.85 % del costo de interferencias del proyecto, esto optimiza procesos en la construcción.
Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnología BIM	La metodología se centra en la premisa de construir dos veces. Siendo la primera la denominada “construcción virtual”. La segunda, la construcción real y definitiva, en donde ya minimizamos las deficiencias de diseño, enfocándonos en temas de planificación, producción, control y seguridad, utilizando en todos los casos modelos BIM, y por supuesto, de esta manera estaremos cumpliendo con la aplicación de los principios del enfoque “Lean” que el Lean Construction Institute propone.	El realizar un modelado BIM permite equivocarnos virtualmente en el modelo 3D y no en campo, ahorrando costos por procesos mal diseñados. El modelo no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad del conjunto entre las distintas instalaciones dependientes.

Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima.	comparar la rentabilidad final de la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos ejecutado con la metodología tradicional versus la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos donde se hizo uso de Gestión BIM	la construcción de la Torre II utilizando BIM se obtuvo una rentabilidad positiva de 1.39%, y con el uso de la metodología tradicional empleada en la construcción de la Torre I se obtuvo una rentabilidad negativa de 3.94%. Así mismo se identificó que el mayor porcentaje de ganancia en la Torre II se debió al uso de Gestión BIM.
---	--	---

Fuente: Elaboración propia.

Los estudios que han servido como base para nuestra investigación tiene diferentes enfoques desde su metodología, sin embargo, al abarcar el tema de “El BIM en el control del tiempo y costo en un proyecto de construcción”, coinciden con los trabajos anteriormente señalados.

Es muy provechoso el uso de la tecnología BIM en el sector constructivo.

Todos estos estudios proporcionan información valiosa para el desarrollo de nuestro tema de investigación, en los cuales solo se han citado algunos.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

En las diferentes fases de un proyecto de construcción (diseño, especificaciones técnicas, adjudicación, ejecución, instalación y mantenimiento), el uso de BIM consolida los

documentos y reduce las interferencias. Provocando tener costos innecesarios y mejorando los plazos de ejecución de una obra. El cual no solo beneficia a las empresas constructoras sino también a los propietarios.

Con el uso del BIM en la construcción, le pueden eliminar actividades que no aportan valor y que los ingenieros a cargo para solucionar esas funciones lo abarcan en un tiempo considerable y que gracias al BIM estos errores se pueden realizar en cuestión de minutos. Por ejemplo en el caso de metrados.

Tenemos al estado peruano que está atado de manos porque con todas las buenas intenciones de aplicar BIM en sus proyectos carece de una normativa. Por ello, en algunos casos se ven obligados a ejecutar estos proyectos por administración de entidades no gubernamentales, que sí pueden aplicar esta filosofía. (Bim Summit, 2018).

REFERENCIAS

- Alcántara R. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnología BIM. Tesis. Recuperado de <http://repositorio.uni.edu.pe/handle/uni/3760>
- Aliaga M. (2012). Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinares. Tesis. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112356>
- Bim Summit 2018 management & technology (2018). Avances de la adopción bim en el peru. Artículos. Recuperado de <http://bimsummit.pe/>
- Braul y Rios. (2018). Automatización en la elaboración del presupuesto y calendario valorizado a nivel de casco estructural en la etapa de licitación de un proyecto de edificación. Tesis. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12106>
- Eyzaguirre V. (2015). Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación. Tesis. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6414>
- Farfan y Chavil. (2016). Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas. Tesis. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621662>
- Fuentes H. (2013). Tecnología BIM en la industria de la construcción. Revista pucp. Recuperado de

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/viewFile/10113/1055>

0

Jurado y Alva. (2016). Valor real para el cliente de la gestión BIM (pre- construcción virtual) en proyectos de edificaciones. Tesis. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3040>

Salazar A. (2017). Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales. Tesis. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/56964/>