

## EVALUACIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE METRADOS PARA LOS COSTOS DE LA PARTIDA DE ARQUITECTURA DE UNA OBRA RETAIL EN LIMA EN EL 2019 CON LA IMPLEMENTACIÓN BIM

## EVALUATION OF THE ESTIMATION OF QUANTITIES FOR THE COSTS OF THE DEPARTMENT OF ARCHITECTURE OF A RETAIL WORK IN LIMA IN 2019 WITH THE IMPLEMENTATION BIM

Pablo Medina\_Chocctoy, Nataly Salomon\_Arce, Rosmery Gómez\_Minaya

Universidad Tecnológica del Perú (UTP)

C17524@utp.edu.pe

(Recibido el 30 de noviembre 2019, aceptado para publicación el 5 de junio 2020)

### RESUMEN

En las obras retail del tipo llave en mano y ejecutados con el método convencional, generan diversos errores, retrasos, sobrecostos en las obras, revisiones en la etapa de ejecución y con ello demoras en la estimación de metrados, obteniendo una baja eficiencia e incremento de costos, tiempo y mala calidad. Se determinó la eficiencia que logra la implementación de BIM en la partida de arquitectura de una obra retail, evaluando dos retail ejecutados con el método convencional y dos retail implementando BIM, estimando los metrados e identificando la excedencia o déficit de la cuantificación de metrados, el tiempo y costo que toma en realizar una revisión. Se obtuvo la eficiencia, mediante la evaluación de tres indicadores (costo, tiempo y calidad), generando escalas con puntuaciones de 0 a 5 para cada indicador y una tabla de porcentajes de eficiencia, determinando rangos de 0% a 100%, representando gráficamente mediante el Benchmark la puntuación de indicadores de cada retail. La implementación BIM en la estimación de costos en la partida de arquitectura si resulta ser eficiente, ya que en los dos retail con BIM se obtuvieron un 95% de eficiencia, y en los dos retail sin BIM alcanzaron valores de 43% y 33%. También, se implementó dos diagramas de flujo para la comparación de ambos métodos (tradicional y BIM), demostrando que existe una diferencia de 8 días entre ambos, siendo el método BIM el más eficiente, ya que solo contó con 3 días para realizar todo el proceso de metrados y revisión.

**Palabras Clave:** BIM, Calidad, Tiempo, Costo, Cuantificación, Metrados.

### ABSTRACT

In the retail works of the turnkey process execution type and executed with the conventional method, they generate diverse errors, delays, surcharges in the works, and revisions in the stage of execution and with it delays in the estimation of quantities, obtaining a low efficiency and increase of costs, time and bad quality. It was determined the efficiency achieved by the implementation of BIM in the architectural item of a retail work, evaluating two retail executed with the conventional method and two retail implementing BIM, estimating the quantities and identifying the excess or deficit of the quantities, time and costs it takes to perform a review. Efficiency was determined through the evaluation of three indicators (cost, time and quality), generating scales with scores from 0 to 5 for each indicator and a table of efficiency percentages, determining ranges from 0% to 100%, representing graphically through the Benchmark the score of indicators for each retail. The BIM implementation in the estimation of costs in the architecture item is efficient, since in both retail with BIM 95% efficiency was obtained, and in the two retail without BIM reached values of 43% and 33%. Also, two flow diagrams were implemented for the comparison of both methods (traditional and BIM), demonstrating that there is a difference of 8 days between both, being the BIM method the most efficient, since it only had 3 days to perform the entire process of quantities and revision.

**Keywords:** BIM, Quality, Time, Cost, Quantification, Metrics.

### 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enfoca en los problemas que existe en los proyectos retail (conjunto de empresas especializadas en el comercio colectivo de diversos productos como abarrotes, licores o servicios de gran demanda) [1] tipo llave en mano, ya que el pago del proyecto se realiza después de una conciliación entre la supervisión y el contratista mediante los metrados iniciales y finales del proyecto, donde el contratista recibe la potestad total de realizar los trabajos por cuenta propia y sin realizar alguna otra formalidad, además las revisiones que se realizan durante el proyecto respecto a los metrados producen demoras, logrando que el presupuesto no sea conciliado de forma eficaz, lo cual trae como consecuencia una baja eficiencia en los metrados y un incremento en el tiempo y costos.

Asimismo, muchas empresas aplican diversos sistemas de planificación y control, como es el caso del *lean construcción*, encargándose de mejorar específicamente el cumplimiento de las actividades y la correcta utilización de los recursos, evitando las pérdidas y retrasos en los proyectos de construcción, sin embargo, esta filosofía no evita al

100% que se identifiquen errores y atrasos en los proyectos, logrando así un retraso y costo adicional significativo, ya que muchas veces se llega a rediseñar varias áreas de la edificación, generando una mala eficiencia de trabajo.

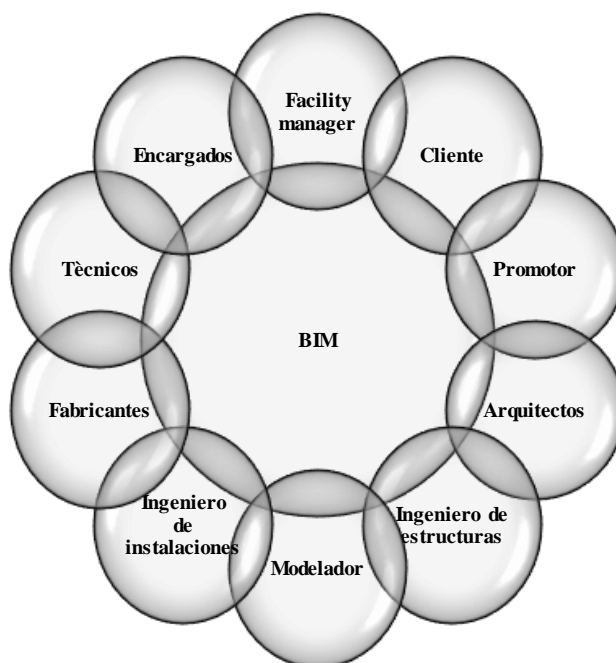
Por ello, en la actualidad se recomienda el uso del *Building Information Modeling* (BIM), lo cual produce un modelado en 3D, consiguiendo que la gran mayoría de empresas extranjeras y algunas empresas peruanas apliquen esta metodología en sus proyectos, permitiéndoles trabajar de forma eficiente e identificando pérdidas antes y durante la realización de alguna actividad.

La relación entre la aplicación de BIM y las obras retail, es la estandarización de modelos de retail, reduciendo los tiempos en los cambios de planimetría o la implementación del retail en un ambiente distinto, mejorando la coordinación entre las distintas especialidades de los proyectos, de manera similar a los estudios realizados por Yáñez el año 2012 [2].

Por consiguiente, se evaluará la eficiencia de la implementación de la metodología BIM en la estimación de metrados para costos de la partida de arquitectura de una obra retail en Lima en el 2019 en comparación a una obra retail sin BIM, permitiendo mejorar la planificación de una obra pequeña hasta una de gran envergadura durante la ejecución de cualquier actividad. Todo ello se detalla a continuación.

## 2. MARCO TEÓRICO

BIM es una metodología de trabajo en equipo, basado en el modelamiento de información, enfocado en los procesos de diseño, ejecución, evaluación y funcionamiento de diversos tipos de proyectos de infraestructura. Su objetivo es reunir la información de todas las áreas (arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, entre otras especialidades) de un proyecto en las diversas fases, permitiendo una gestión eficaz, eficiente y de alta calidad.



**Figura 1:** Metodología BIM.

### 2.1 BIM en el Perú

Yáñez [2] menciona que en el año 2005 empezó la implementación de BIM en el Perú, donde estuvo a cargo de constructoras de gran envergadura enfocadas en aumentar la productividad en los proyectos. Por ello, en el 2012 CAPECO (Cámara Peruana de la construcción) creó el comité BIM del Perú, esta asociación tiene como objetivo difundir las ventajas y metodología de la aplicación BIM de manera moderada y formal a nivel nacional para así lograr una estandarización [4].

### 2.2 Dimensiones BIM

El autor menciona que BIM no solo trabaja para renderizar, sino que coopera para obtener toda la información detallada, dependiendo de las dimensiones que aplique BIM. 3D (Modelamiento) es un modelo virtual con información para asegurar la parametrización. 4D (Programación) permite alcanzar un *planning* detallado de obra durante su

modelado. 5D (Costos) se enfoca en el control de costos y estimaciones de gastos durante todo el proyecto. 6D (Sostenibilidad) ayuda a reducir el consumo de energía o demanda. 7D (Mantenimiento) se enfoca en el proyecto culminado donde se mantendrá el estado actual de todos los elementos que necesiten mantenimiento [5].

Ventajas de la aplicación de la metodología BIM:

- Genera múltiples opciones de diseño, maniobrando de forma eficiente la geometría y con la renderización de los diseños genera una visualización real, permitiendo que los interesados del proyecto puedan tener conocimiento y accesibilidad del producto.
- También los programas de aplicación BIM tienen herramientas, como estimación de costos, automatización de tareas y análisis de energía.
- La información que se genera tras la implementación, trabajará de forma integrada, ya que las herramientas de BIM almacenan toda la información de cada pieza del modelado en una sola nube de datos.
- En la fase de diseño y durante algún cambio en la fase de ejecución se pueden determinar incompatibilidades entre especialidades, generando cambios en el sistema y actualizándose automáticamente.
- Se crea un ambiente de trabajo en equipo y organizado, ya que todas las áreas podrán intervenir, compartir y generar cambios de un mismo modelo.
- Las alternativas de solución se darán de forma rápida, pues la 4ª dimensión de BIM menciona las programaciones de trabajo para lograr mejoras en las operaciones.
- Los softwares brindan resultados sobre los costos de materiales, áreas, tamaños y cantidades exactas después del modelado, evitando un sobre costo generado al realizar todo manualmente.

### 2.3 Software Revit para la gestión BIM

Es un programa para el modelado en 3D, donde los archivos CAD (2D) se pueden exportar a Revit y viceversa, ya que los sistemas de coordenadas entre los archivos de Revit y CAD pueden organizarse para que la geometría pueda ordenarse en los archivos. Además, mediante vinculaciones se puede incorporar varios modelos de Revit para crear un modelo de construcción completo para el proyecto. También existe en el programa una función de compartición de proyecto cuando se desee que varios miembros del equipo cooperen con el modelado.

## 3. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LA EFICIENCIA TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM

Se determinó la eficiencia, mediante la evaluación de los indicadores clave de desempeño (KPI) siendo estos la calidad, costo y tiempo, los cuales se consideraron debido al alto impacto que implican en las obras tipo retail, resulta importante el uso de estos para comprender como la implementación de la metodología BIM tiene relación con los resultados obtenidos, generando escalas con puntuaciones que se encuentren en intervalos de 0 a 5 para cada indicador y una tabla de porcentajes de eficiencia, determinando rangos de 0% a 100%. Las tablas que a continuación se detallan serán comparadas con los resultados obtenidos en decimales de los cálculos, logrando una mayor precisión y reflejo de la realidad de los indicadores mencionados en el tipo de obra retail llave en mano [6].

### 3.1 Escala de Calidad

Sobre la evaluación de la calidad se tomó en cuenta la relevancia de la exactitud de la cuantificación por lo cual se propone una escala de 1 a 5 respecto a la cuantificación inexacta de los metrados, donde se tomó como referencia la cantidad de revisiones realizadas por los colaboradores de la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C. en un proyecto retail. A continuación, se muestra la Tabla 1 con todo lo expuesto.

En la Tabla 1 se detalla la escala de calidad que se aplicó en la presente investigación, mostrando los intervalos de la variación en la estimación de metrados en cada uno, además asignando un nivel de calidad a cada escala y una descripción, lo cual se aplicará para la obtención de la eficiencia.

**TABLA 1 - ESCALA DEL INDICADOR DE CALIDAD**

Escala de la calidad	Nivel de calidad	Variación en la cuantificación	Descripción del nivel de calidad
4 - 5	Muy buena	[0%-5%)	El metrado representa datos con mucha exactitud
3 - 4	Buena	[6%-15%)	El metrado representa datos con relativa exactitud
2 - 3	Intermedia	[16%-25%)	El metrado varía, pero se acerca a la realidad
1 - 2	Mala	[26%-70%)	El metrado varía en gran medida a la realidad
0 - 1	Muy mala	[71%-100%)	El metrado no representa en absoluto a la realidad

### 3.2 Escala de Tiempo

Se toma en consideración esta escala debido a que la metodología BIM reduce los tiempos en la elaboración de metrados por la estandarización de los proyectos retail por lo cual, para la evaluación del tiempo, también se propone una escala de 1 a 5 basándose en la cuantificación inexacta de los metrados, tomando como referencia el tiempo empleado en la cantidad de revisiones realizadas por los colaboradores de la empresa supervisora en un proyecto retail, Tabla 2.

**TABLA 2 - ESCALA DEL INDICADOR DE TIEMPO**

Escala de tiempo	Nivel de tiempo	Variación del tiempo invertido	Descripción del nivel de tiempo
4 - 5	Muy buena	[0 HH-24 HH)	Revisión sin observación
3 - 4	Buena	[24 HH - 72 HH)	01 revisión con observaciones
2 - 3	Intermedia	[72 HH - 144 HH)	02 revisiones con observaciones
1 - 2	Mala	[144 HH - 216 HH)	03 revisiones con observaciones
0 - 1	Muy mala	[216 HH - 288 HH)	04 o más revisiones con observaciones

En la TABLA 2 se detalla la escala del indicador de tiempo que se aplicó en la presente investigación, mostrando la variación del tiempo invertido en la cantidad de revisiones halladas, también otorgando un nivel de tiempo y descripción, lo cual se aplicará para la obtención de la eficiencia.

### 3.3 Escala de Costos

Asimismo, se propone una escala de tiempo ya que el proceso de implementación de la metodología BIM tiene un costo diferente al de la metodología tradicional, por lo cual para la evaluación del costo se propone una escala de 1 a 5 basándose en la cuantificación inexacta de los metrados, tomando como referencia el costo del tiempo empleado en las revisiones realizadas por los colaboradores de la empresa supervisora en un proyecto retail, Tabla 3.

**TABLA 3 - ESCALA DEL INDICADOR DE COSTO**

Escala del costo	Nivel del costo	Variación del costo	Descripción del nivel del costo
4 - 5	Muy buena	[S/. 0 - S/. 900)	Revisión sin observación
3 - 4	Buena	[S/. 900 - S/. 1,800)	01 revisión con observaciones
2 - 3	Intermedia	[S/. 1,800 - S/. 3,600)	02 revisiones con observaciones
1 - 2	Mala	[S/. 3,600 - S/. 5,400)	03 revisiones con observaciones
0 - 1	Muy mala	[S/. 5,400 - S/. 7,200)	04 o más revisiones con observaciones

En la Tabla 3 se detalla la escala del indicador de costo que se aplicó en la presente investigación, mostrando la variación del costo del tiempo invertido en la cantidad de revisiones halladas, otorgando un nivel de tiempo y descripción, lo cual se aplicará para la obtención de la eficiencia.

### 3.4 Escala de la eficiencia en la cuantificación de metrados de oficina

Para la evaluación de la eficiencia, se propone una escala de 0% a 100% basándose en los resultados obtenidos en la valoración de los indicadores, que se muestra en la Tabla 4.

Con los porcentajes de eficiencia mostrados en la Tabla 4 se identificará la eficiencia de las dos obras retail sin la implementación de BIM y la verificación de la eficiencia de una obra retail con la implementación de la metodología BIM en una obra retail, donde indicara si logra mejorar o no la eficiencia en la estimación de metrados para costos de la partida de arquitectura empleando la metodología BIM de una obra retail en Lima en el 2019 en comparación a una obra retail sin BIM.

**TABLA 4 - ESCALA DE LA EFICIENCIA EN LA CUANTIFICACIÓN DE METRADOS DE OFICINA**

Porcentaje de Eficiencia	Descripción
[75%-100%)	La cuantificación de metrados no demanda un exceso de tiempo y costo, y manteniendo una alta calidad.
[50%-75%)	La cuantificación de metrados genera un sobrecosto y sobretiempos, y reduce levemente la calidad.
[25%-50%)	La cuantificación de metrados genera un uso excesivo de tiempo y costo, manteniendo la calidad o no genera excesivos sobrecostos y sobretiempos pero reduce significativamente la calidad.
[0%-25%)	La cuantificación de metrados genera un uso excesivo de tiempo y costo, y presenta una baja calidad.

### 3.5 Recolección de datos

#### 3.5.1 Datos retrospectivos de oficina

Se evaluaron los documentos de oficina como, reportes semanales y revisión de metrados de dos obras retail supervisadas por la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C., netamente de la partida de arquitectura, porque las dos obras retail evaluadas fueron realizadas mediante estructuras metálicas en edificaciones ya existentes y obteniendo una mínima cantidad de subpartidas, donde se verificaron que no existía errores en el metrado de la partida en ambos proyectos, por ello la investigación se enfocó en la partida de arquitectura, además los dos proyectos no fueron ejecutados con la metodología BIM. Los metrados realizados en las obras fue mediante la norma técnica peruana de metrados para obras de edificaciones y habilitaciones urbanas, para lo cual se otorgó a los dos retail un nivel de calidad inicial de 3 (Buena) y desde esa base se contabilizó las mediciones siguientes.

Para ello se recolectó información de cada una de las obras, donde se recopiló las observaciones y revisiones realizadas por la empresa supervisora respecto a la partida evaluada de las obras retail.

#### ▪ Retail N° 01

La obra Retail N° 01 ubicada en Av. República de Panamá – Surquillo. En la revisión 01 del presupuesto del Retail N° 01, se encontró 12 observaciones en global, ver la Tabla 5.

**TABLA 5 - CUANTIFICACIÓN DE OBSERVACIONES DEL PRESUPUESTO DE LA REVISIÓN 01 DEL RETAIL N° 01**

Partidas de arquitectura	Und	Metrado inicial	Metrado final	Porcentaje de excedencia o déficit	Evaluación de calidad	Calidad promedio
Muro de Drywall RF Gypsum Wallboard 1/2" (Inc. Perfiles 35/8" x 0.45 mm @0.60 m y masillado), a	m2	34	17	50.00%	3	2.5
Muros de ladrillo King Kong 18 huecos de soga	m2	114.3	82.16	28.12%	3	
Tarrajeo de muros	m2	228.6	175.99	23.01%	3	
Desmontaje de puerta metálica	m2	48	9.18	80.88%	1	
Enchapado de piso de acuerdo al existente	m2	191.36	139.21	27.25%	3	
Fabricación e instalación de techo metálica con tubos cuadrados y cobertura tipo TR4	m2	186	154	17.20%	3	
Puerta contraplacada para oficina de 2.10 m. x 0.80 m	m2	350.2	225	35.75%	3	
Pintura en esmalte color gris plata en columnas	m2	0	19.68	-100.00%	1	

Respecto a la Tabla 5 de la primera revisión ejecutada por la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C al presupuesto inicial, logrando cuantificar las observaciones que se hallaron en la etapa de ejecución del Retail 01, alcanzando a identificar en qué subpartida hubo más errores con respecto a la partida de arquitectura.

Se observa que la partida de “Pintura en esmalte color gris plata en columnas”, tiene un metrado inicial de cero, debido al error generado por el especialista en metrados, que utilizo el método convencional.



**Figura 2:** Fachada de primer proyecto retail.

▪ **Retail N° 02**

La obra Retail N° 02 ubicada en Calle Costa Azul – Chorrillos. En la revisión 01 del presupuesto del Retail N° 02, se encontró 15 observaciones en global, Tabla 6.

**TABLA 6 - CUANTIFICACIÓN DE OBSERVACIONES DEL PRESUPUESTO DE LA REVISIÓN 02 DEL RETAIL N° 02**

Partidas de arquitectura	Und	Metrado inicial	Metrado final	Porcentaje de excedencia o déficit	Evaluación de calidad	Calidad promedio
Relleno para nivelación de piso.	m2	35	22.88	34.63%	3	<b>3.2</b>
Muro de Drywall RF Gypsum Wallboard 1/2" (Inc. Perfiles 35/8" x 0.45 mm @0.60 m y masillado), a dos caras.	m2	22.6	21.25	5.97%	4	
Muros de ladrillo King Kong 18 huecos de soja.	m2	30.23	24.62	18.56%	3	
Tarrajeo de muros.	m2	60.46	55.28	8.57%	4	
Enchapado de piso de SSHH.	m2	9.8	9.72	0.82%	5	
Contrazócalo de cerámico.	ml	16.56	11.86	28.38%	3	
Resanes de piso de cemento pulido por instalaciones.	ml	40.96	29.6	27.73%	3	
Impermeabilización de muros (comedor, baño, dormitorio, sala de estudio)	m2	0	41	-100.00%	1	
Ángulos metálicos para protección de columnas	und	26	18	30.77%	3	

Respecto a la Tabla 6 de la revisión 02 ejecutada por la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C al presupuesto inicial, logrando cuantificar las observaciones que se hallaron en la etapa de ejecución del Retail N° 02, alcanzando a identificar en qué subpartida hubo más errores, con respecto a la partida de arquitectura.



**Figura 3:** Fachada del segundo proyecto retail.

La partida de Impermeabilización de muros (comedor, baño, dormitorio, sala de estudio), también tiene un metrado inicial de cero, generado por el error del especialista en metrados que utilizó el método convencional, logrando un exceso en el porcentaje de error.

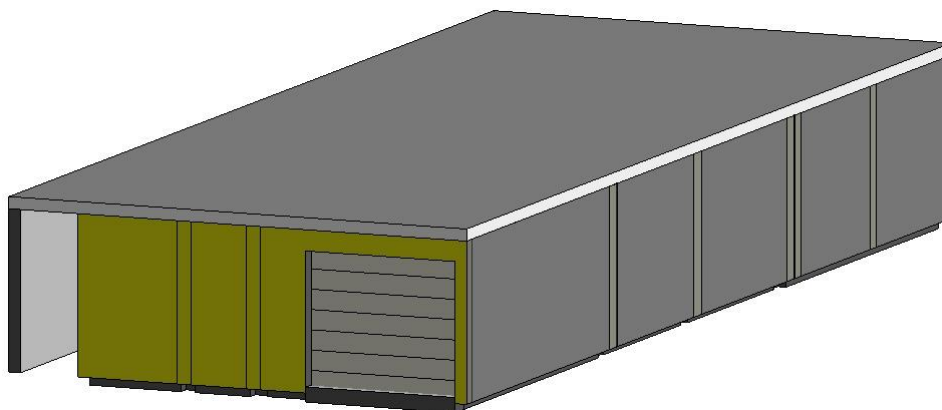
### 3.5.2 Datos Prospectivos de Oficina

Se solicitaron los planos arquitectónicos y estructurales para la elaboración del modelado 3D en Revit de las dos obras retail ejecutadas y supervisadas por la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C., donde solo se analizó específicamente la partida de arquitectura, ya que las obras retail son realizadas mediante estructuras metálicas en edificaciones ya existentes, obteniendo así una mínima cantidad de subpartidas en la partida de estructuras y no siendo relevantes, por ello la investigación se enfocó en la partida de arquitectura. Al igual que los dos retail sin aplicación de BIM, los metrados realizados fueron mediante la norma técnica peruana de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas, logrando un nivel de calidad inicial de 3 (Buena).

Para ello se realizó el modelado 3D de las dos obras retail, obteniendo la cuantificación de metrados por medio del programa, para luego compararlos con el metrado final que se obtiene por parte de la empresa al final de obra.

#### ▪ Retail N° 03

La obra Retail N° 03 ubicada en Av. Parque de las Leyendas – San Miguel. La Figura 4 muestra el modelado en 3D del Retail N° 03 en el *software Revit*, observando los materiales empleados, color del local, muros, puertas, etc.



**Figura 4:** Modelo completo del Retail N° 03.

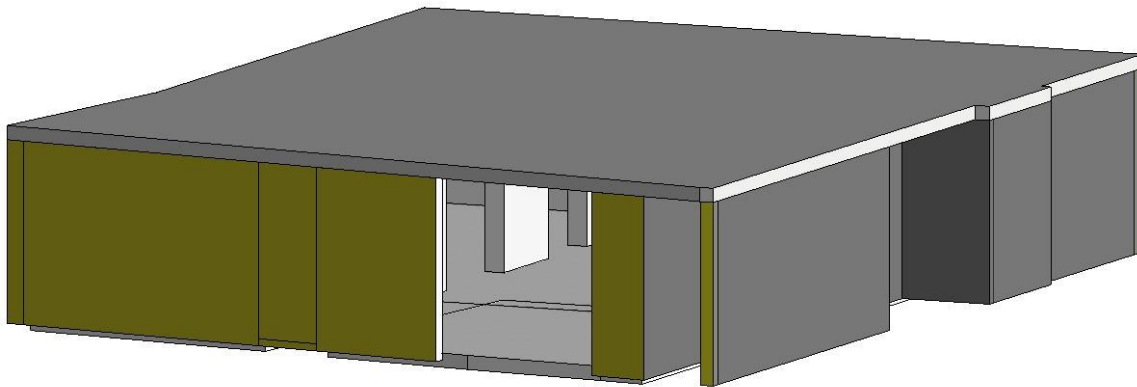
Luego de realizar el modelado 3D por medio del programa Revit, se extrajo la cantidad exacta de los metrados iniciales empleados en la partida de arquitectura en la construcción del Retail N° 03, lo cual se muestra en la Tabla 7.

**TABLA 7 - CUANTIFICACIÓN DE METRADOS POR MEDIO DEL MODELADO 3D DEL RETAIL N° 03**

	<b>Partidas de arquitectura</b>	<b>Evaluación de calidad</b>	
01.00	Muros y tabiques	3.8	<b>4.15</b>
02.00	Pisos y pavimentos	3.8	
03.00	Contra zócalos, zócalos, enchapes y revestimientos	2.8	
04.00	Carpinterías de madera	5.0	
05.00	Carpinterías metálica y herrería	4.6	
06.00	Carpintería de aluminio	5.0	
07.00	Pintura	3.5	
08.00	Aparatos sanitarios, griferías y accesorios	5.0	
09.00	Varios	4.5	

▪ **Retail N° 04**

La obra Retail N° 04 ubicada en Av. Guardia Peruana – Chorrillos. La Figura 3 muestra el modelado en 3D del Retail N° 04 en el *software Revit*, donde se observa los materiales empleados, color del local, muros, puertas, etc.



**Figura 5:** Modelo completo del Retail N° 04.

Luego de realizar el modelado 3D por medio del programa Revit, se extrajo la cantidad exacta de metrados iniciales empleados en la partida de arquitectura en la construcción del Retail N° 04. Que luego serán comprados con el metrado final de obra, lo cual se muestra en la Tabla 8.

**TABLA 8 - CUANTIFICACIÓN DE METRADOS POR MEDIO DEL MODELADO 3D DEL RETAIL N° 04**

	<b>Partidas de arquitectura</b>	<b>Evaluación de calidad</b>	
01.00	Obras provisionales y preliminares	4.38	<b>4.14</b>
02.00	Muros y tabiques	3.67	
03.00	Pisos y pavimentos	4.38	
04.00	Contra zócalos, zócalos, enchapes y revestimientos	3.50	
05.00	Carpinterías de madera	5.00	
06.00	Carpinterías metálica y herrería	5.00	
07.00	Carpintería de aluminio	5.00	
08.00	Pintura	3.25	
09.00	Aparatos sanitarios, griferías y accesorios	5.00	
10.00	Varios	3.71	



#### 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 Obras Retail retrospectivas

Para el análisis de los datos retrospectivos se evaluó la calidad, el tiempo y costo empleado en la cuantificación de metrados y en la cantidad de revisiones, usando las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente, otorgándoles un valor numérico a cada uno, donde la calidad está representada por el nivel de precisión al cuantificar los metrados, el tiempo por la cantidad de horas hombre invertidas en cada revisión de la partida de arquitectura y el costo por el dinero invertido de parte de la empresa para elaborar la cuantificación de metrados. Basándose en los cálculos empleados en los indicadores se obtuvo el porcentaje de eficiencia de las dos obras retail ejecutadas con el método tradicional, que a continuación se detallan.

##### ▪ Retail N° 01

En la Tabla 9 se observa que el retail N° 01 tiene una puntuación de calidad promedio de metrados de 3 (el metrado varía en gran medida a la realidad), para realizar la puntuación del promedio de calidad se evaluó la relación de la exactitud de los metrados, se consiguió ese resultado porque existe porcentajes altos de déficit y excedencia en la cuantificación de metrados por las razones expuestas en la revisión de reportes de metrados y cuantificación de observaciones de la partida de arquitectura.

**TABLA 9 - EVALUACIÓN DE CALIDAD A LA CUANTIFICACIÓN DE METRADOS DE RETAIL N° 01**

Partidas de arquitectura	Und	Metrado inicial	Metrado final	Porcentaje de excedencia o déficit	Evaluación de calidad	Calidad promedio
Muro de Drywall RF Gypsum Wallboard 1/2" (Inc. Perfiles 35/8" x 0.45 mm @0.60 m y masillado), a dos caras	m2	34	17	50.00%	3	<b>2.5</b>
Muros de ladrillo King Kong 18 huecos de soja	m2	114.3	82.16	28.12%	3	
Tarrajeo de muros	m2	228.6	175.99	23.01%	3	
Desmontaje de puerta metálica	m2	48	9.18	80.88%	1	
Enchapado de piso de acuerdo al existente	m2	191.36	139.21	27.25%	3	
Fabricación e instalación de techo metálica con tubos cuadrados y cobertura tipo TR4	m2	186	154	17.20%	3	
Puerta contraplacada para oficina de 2.10 m. x 0.80 m	m2	350.2	225	35.75%	3	
Pintura en esmalte color gris plata en columnas	m2	0	19.68	-100.00%	1	

##### ▪ Retail N°02

De igual manera, en la Tabla 10 se observa que el Retail N° 02 tiene una puntuación de calidad promedio de metrados de 3 (el metrado varía en gran medida a la realidad), para realizar la puntuación del promedio de calidad se evaluó la relación de la exactitud de los metrados, se consiguió ese resultado porque existe porcentajes altos de déficit y excedencia en la cuantificación de metrados por los adicionales que se emplearon y que se expusieron en la revisión de reportes de metrados y cuantificación de observaciones de la partida de arquitectura.

Para obtener los resultados del tiempo del personal de las dos obras retail ejecutadas sin BIM de la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C, se realizó una entrevista personal a cada uno de los encargados de cada proyecto, cada proyecto consto de dos personas encargadas de la cuantificación y revisión de metrados, donde ellos indicaron que les tomaba tres días (24 horas) para realizar una revisión y establecer soluciones. A lo largo de cada proyecto se realizó de tres a cuatro revisiones.

**TABLA 10 - EVALUACIÓN DE CALIDAD A LA CUANTIFICACIÓN DE METRADOS DE RETAIL N° 02**

Partidas de arquitectura	Und	Metrado inicial	Metrado final	Porcentaje de excedencia o déficit	Evaluación de calidad	Calidad promedio
Relleno para nivelación de piso	m2	35	22.88	34.63%	3	<b>3.2</b>
Muro de Drywall RF Gypsum Wallboard 1/2" (Inc. Perfiles 35/8" x 0.45 mm @0.60 m y masillado), a dos caras	m2	22.6	21.25	5.97%	4	
Muros de ladrillo King Kong 18 huecos de sogá	m2	30.23	24.62	18.56%	3	
Tarrajeo de muros	m2	60.46	55.28	8.57%	4	
Enchapado de piso de SSHH	m2	9.8	9.72	0.82%	5	
Contrazócalo de cerámico	ml	16.56	11.86	28.38%	3	
Resanes de piso de cemento pulido por instalaciones	ml	40.96	29.6	27.73%	3	
Impermeabilización de muros (comedor, baño, dormitorio, sala de estudio)	m2	0	41	-100.00%	1	
Ángulos metálicos para protección de columnas	und	26	18	30.77%	3	

En la Tabla 11 se analiza que para cada obra retail se emplearon dos personales para las tres y cuatro revisiones de cada proyecto respectivamente, obteniendo así un total de 216 HH en el retail N° 01 con una evaluación de 1, y 288 HH en el Retail N° 02 con una evaluación de 2.

Para obtener los resultados del costo del personal de las dos obra retail ejecutadas sin BIM de la empresa JP Gerencia Y Supervisión de Obras Civiles S.A.C, también se realizó una entrevista personal a cada uno de los encargados de cada proyecto, donde cada proyecto consto de dos personas encargadas de la cuantificación y revisión de metrados, para obtener este resultado se consideró el tiempo que cada involucrado invirtió en cada uno de los proyectos, lo cual representaba un costo de parte de la empresa de S/. 12.50 por hora por cada trabajador.

**TABLA 11 - TIEMPO TOTAL EMPLEADO DEL PERSONAL DE CADA PROYECTO**

Proyecto	Personal asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación del tiempo
Retail N° 01	2	3	216	<b>2</b>
Retail N° 02	2	4	288	<b>1</b>

La Tabla 12 se relaciona con la Tabla 11 del Tiempo total empleado del personal de cada proyecto retail, ya que basándose en el costo por hora de cada empleado en la cantidad de revisiones se obtuvo el costo total del personal por proyecto de S/. 5400 en el Retail N° 01 con una evaluación de 2, y S/. 7200 Retail N° 02 con una evaluación de 1.

**TABLA 12 - COSTO TOTAL DEL TIEMPO EMPLEADO DEL PERSONAL DE CADA PROYECTO RETAIL**

Proyecto	Personal asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	Evaluación del costo
Retail N° 01	2	3	216	S/. 12.50	S/ 5,400.00	<b>2</b>
Retail N° 02	2	4	288	S/. 12.50	S/ 7,200.00	<b>1</b>

Para el cálculo del porcentaje de la eficiencia se empleó la calificación de los tres indicadores (tiempo, costo y calidad), otorgándoles un porcentaje de importancia a cada uno. Un 30% se aplica al tiempo, debido a que el tiempo invertido en realizar la cuantificación de metrados de un proyecto retail podría ser utilizado como base para otros proyectos similares, en el costo se aplicó un 40% de importancia, ya que es el indicador más significativo en una empresa, donde se obtiene un sobre costo por la mayor cantidad de revisiones y correcciones que se realizan en un proyecto, y para la calidad un 30% de importancia, porque al buscar obtener una menor variación en su cuantificación afecta directamente al tiempo y costo invertido en el proyecto.

▪ **Retail N° 01**

El resultado del porcentaje de eficiencia del Retail N° 01 se observa en la Tabla 13, alcanzado un valor de 43% que significa que al encontrarse por debajo de 50% la cuantificación de metrados es ineficiente, resultando una inversión del 200% - 300% adicional en costo y tiempo, por una calidad en la cuantificación de metrados sin una precisión óptima.

**TABLA 13 - OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL RETAIL N° 01**

Objetivo	Factor de peso	Indicadores	Escala	Escala promedio	Eficiencia
Cuantificación de metrados	40%	Costo	2.00	2.15	43%
	30%	Calidad	2.50		
	30%	Tiempo	2.00		

▪ **Retail N° 02**

El resultado del porcentaje de eficiencia del Retail N° 02 se observa en la Tabla 14, alcanzado un valor de 33% que la cuantificación de metrados es ineficiente al encontrarse debajo del 50%, como resultado se realizó una inversión del 300% - 400 % adicional en costo y tiempo, por una calidad en la cuantificación de metrados sin una precisión óptima.

**TABLA 14 - OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL RETAIL N° 02**

Objetivo	Factor de peso	Indicadores	Escala	Escala promedio	Eficiencia
Cuantificación de metrados	40%	Costo	1.00	1.66	33%
	30%	Calidad	3.20		
	30%	Tiempo	1.00		

**4.2 Obras Retail prospectivas**

Para el análisis de los datos prospectivos, también se evaluó la calidad, el tiempo y costo empleado en la estimación de metrados para los costos y en la cantidad de revisiones, usando las Tablas 1, 2 y 3, respectivamente, otorgándoles un valor numérico a cada uno, donde la calidad está representada por el nivel de precisión al cuantificar los metrados, el tiempo por la cantidad de horas hombre invertidas y el costo por el dinero invertido de parte de la empresa para elaborar la cuantificación de metrados. Con base en los cálculos empleados en los indicadores se obtuvo el porcentaje de eficiencia de las dos obras retail ejecutadas con el método BIM, que a continuación se detallan. Para ello, se realizaron con LOD 350 (nivel de desarrollo del modelo BIM) garantizando que el modelado contenga la información necesaria para un metrado acorde a la realidad que se encuentra en las obras.

▪ **Retail N° 03**

En la Tabla 15 se observa que el Retail N° 03 tiene una puntuación de calidad promedio de metrados de 4.15 (el metrado representa datos con mucha exactitud), para realizar la puntuación del promedio de calidad se evaluó la relación de la exactitud de los metrados iniciales del modelado en 3D y finales que otorgó la empresa para la investigación, se obtuvo ese resultado porque existe porcentajes bajos de déficit y excedencia en la cuantificación de metrados, ya que al realizar el modelado, el programa brinda datos con alta precisión y la obtención de ellos fue de forma rápida.

**TABLA 15 - EVALUACIÓN DE CALIDAD A LA CUANTIFICACIÓN DE METRADOS DE RETAIL N° 03**

	Partidas de arquitectura	Evaluación de calidad
01.00	Muros y tabiques	3.8
02.00	Pisos y pavimentos	3.8
03.00	Contra zócalos, zócalos, enchapes y revestimientos	2.8
04.00	Carpinterías de madera	5.0
05.00	Carpinterías metálica y herrería	4.6
06.00	Carpintería de aluminio	5.0
07.00	Pintura	3.5
08.00	Aparatos sanitarios, griferías y accesorios	5.0
09.00	Varios	4.5

**4.15**

▪ **Retail N° 04**

En la Tabla 16 se observa que el Retail N° 04 tiene una puntuación de calidad promedio de metrados de 4.14 (el metrado representa datos con mucha exactitud), casi igual al puntaje del retail N° 03. Para realizar la puntuación del promedio de calidad se evaluó la relación de la exactitud de los metrados iniciales del modelado en 3D y finales que otorgó la empresa para la investigación, se obtuvo ese resultado porque existe porcentajes bajos de déficit y excedencia en la cuantificación de metrados, ya que al realizar el modelado, el programa brinda datos exactos de la estimación, ya que el programa tiene un nivel de precisión muy alta.

**TABLA 16 - EVALUACIÓN DE CALIDAD A LA CUANTIFICACIÓN DE METRADOS DE RETAIL N° 04**

	<b>Partidas de arquitectura</b>	<b>Evaluación de calidad</b>	
01.00	Obras provisionales y preliminares	4.38	<b>4.14</b>
02.00	Muros y tabiques	3.67	
03.00	Pisos y pavimentos	4.38	
04.00	Contra zócalos, zócalos, enchapes y revestimientos	3.50	
05.00	Carpinterías de madera	5.00	
06.00	Carpinterías metálica y herrería	5.00	
07.00	Carpintería de aluminio	5.00	
08.00	Pintura	3.25	
09.00	Aparatos sanitarios, griferías y accesorios	5.00	
10.00	Varios	3.71	

Para calificar el tiempo respecto a la estimación de metrados del Retail N° 03 y Retail N° 04, se consideró el tiempo empleado del modelador de la presente investigación, obteniendo así los resultados del tiempo del personal empleado en las dos obras retail ejecutadas con BIM, donde tales obras fueron otorgadas por la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C.

Para la calificación del tiempo empleado para la realización del modelado en 3D de las dos obras retail y la cuantificación de metrados, se consideró ocho horas de trabajo al día para el modelador (horario formal), además solo se sopesó a un personal para dicho trabajo y se contabilizó sus horas empleadas para cada Retail.

En la Tabla 17 se analiza que para las dos obras retail se emplearon solo un personal para el modelado en 3D y revisión de cada proyecto, obteniendo así un total de 16 HH en el retail N° 03 con una evaluación de 5, y 16 HH en el retail N° 04 con una evaluación de 5, observando que tienen la mayor puntuación en tiempo (Revisión sin observación).

Para obtener los resultados del costo del personal de las dos obras retail ejecutadas con BIM del Retail N° 03 y Retail N° 04, otorgadas por la empresa JP Gerencia y Supervisión de Obras Civiles S.A.C, también se consideró a un solo personal. Además, para obtener este resultado se consideró el tiempo que el personal involucrado invirtió en cada uno de los proyectos, lo cual representaba un costo de parte de la empresa de S/. 12.50 por hora de trabajo.

**TABLA 17 - TIEMPO TOTAL EMPLEADO DEL PERSONAL DE CADA PROYECTO RETAIL**

<b>Proyecto</b>	<b>Personal asignado</b>	<b>Cantidad de revisiones</b>	<b>Horas invertidas</b>	<b>Evaluación del tiempo</b>
Retail N° 03	1	1	16	<b>5</b>
Retail N° 04	1	1	16	<b>5</b>

La Tabla 18 se relaciona con la Tabla 17 del Tiempo total empleado del personal de cada proyecto retail, ya que con base en el costo por hora de cada empleado en la cantidad de revisiones se obtuvo el costo total del personal por proyecto de S/. 200.00 en el retail N° 03 con una evaluación de 5, y S/. 200 en el retail N° 04 con una evaluación de 5, observando que tienen la mayor puntuación en tiempo (Revisión sin observación).

**TABLA 18 - COSTO TOTAL DEL TIEMPO EMPLEADO DEL PERSONAL DE CADA PROYECTO  
RETAIL**

Proyecto	Personal asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	Evaluación del costo
Retail N.º 03	1	1	16	s/ 12.50	s/ 200.00	5
Retail N.º 04	1	1	16	s/ 12.50	s/ 200.00	5

- **Retail N° 03**

El resultado del porcentaje de eficiencia del Retail N° 03 se observa en la Tabla 19, alcanzado un valor de 95%, lo cual significa que al encontrarse en ese rango, la estimación de metrados por medio del software Revit es más eficiente, demostrando que la cuantificación de metrados tiene una precisión óptima porque supera al porcentaje de eficiencia de las primeras tiendas sin BIM, ya que se emplea una menor cantidad de horas hombre y se mantiene los estándares de calidad BIM al realizar los trabajos de modelado.

**TABLA 19 - OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL RETAIL N° 03**

Objetivo	Factor de peso	Indicadores	Escala	Escala promedio	Eficiencia
Cuantificación de metrados	40%	Costo	5.00	4.73	95%
	30%	Calidad	4.10		
	30%	Tiempo	5.00		

- **Retail N° 04**

El resultado del porcentaje de eficiencia del Retail N° 04 se observa en la Tabla 10, también alcanzado un valor de 95% como el Retail N° 03, demostrando que la cuantificación de metrados tiene una precisión óptima, ya que supera al porcentaje de eficiencia de las primeras tiendas sin BIM, ya que se invierte menor cantidad de horas hombre y se conserva los estándares de calidad BIM al realizar los trabajos de modelado.

**TABLA 20 - OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL RETAIL N° 04**

Objetivo	Factor de peso	Indicadores	Escala	Escala promedio	Eficiencia
Cuantificación de metrados	40%	Costo	5.00	4.74	95%
	30%	Calidad	4.14		
	30%	Tiempo	5.00		

### 4.3 Discusión

Los autores presentados en los antecedentes de la investigación se enfocan en distintos puntos de la aplicación de BIM, donde la autora Viñas en su investigación se enfoca en la cuantificación de RFI's en todas las partidas de dos proyectos con BIM y sin BIM, obteniendo del proyecto El Cortijo (proyecto sin BIM) en la partida de arquitectura un total de 257 RFI's, un adicional de 245,388.24 nuevos soles y 234 días de retraso de entrega de obra, respecto al proyecto LUM (proyecto con BIM) identifico 71 RFI's en la partida de arquitectura, un adicional de 129,115.94 nuevos soles y no cuenta con días de retraso [7].

Los autores Céspedes y Mamani aplicaron la metodología BIM en su proyecto a evaluar, donde indican que obtuvieron 29 interferencias y aumentando en un 41% el costo directo en la ejecución del proyecto. Luego lograron optimizar el costo del proyecto en un 14.11% y las horas hombres en un 15.47%, reduciendo así los plazos del proyecto en un 11.25%, afirmando que con la implementación de BIM si se logra una mejora [8].

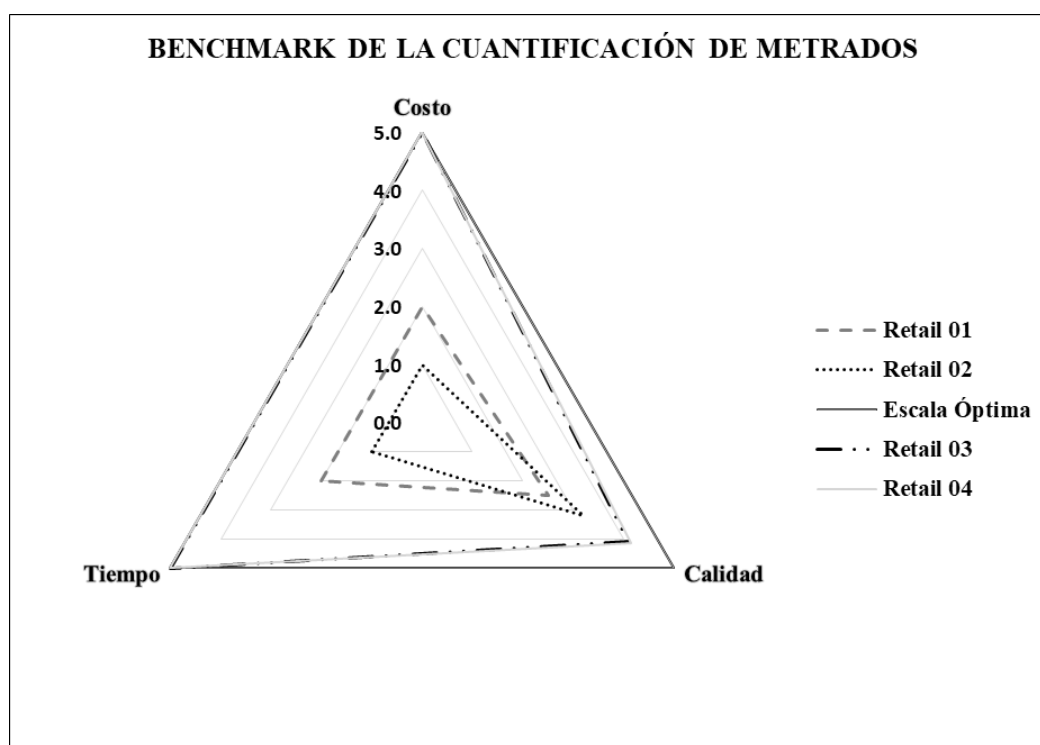
El autor Morales evaluó dos proyectos similares (edificios multifamiliares), logrando una optimización en la cuantificación de metrados en uno de los proyectos al implementar la metodología BIM, ya que obtuvo una rentabilidad de -3.94 % en el edificio sin BIM y +1.39 % en el edificio con BIM, todo ello por la diferencia de metrados y precios unitarios entre las partidas del presupuesto venta y el presupuesto meta, todo ello por la diferencia de metrados y precios unitarios, logrando un mayor control en el cálculo de metrados al implementar BIM [9].

Por último, el autor Clark en su investigación cuantifica los metrados con el método tradicional y con la aplicación de BIM, realizando una estimación de costos mediante la recopilación de costos históricos basados en modelos, además implementa un software de revisión de modelos de diseños y construcción virtual, cuantificación de metrados con el

método tradicional y la aplicación de BIM, logro estimar los costos en ambos casos y reduce los tiempos en la estimación de metrados [10].

Por ello, la presente investigación a diferencia de los autores mencionados, se centró en la evaluación de la eficiencia de la implementación de la metodología BIM en la estimación de metrados para costos de la partida de arquitectura de una obra retail en comparación a una obra retail sin BIM, ya que los autores solo se enfocan en un indicador, ya sea calidad, tiempo o costo, sin embargo, la presente investigación tuvo como objetivo demostrar la eficiencia que existe al implementar BIM basándose en la relación que existe entre los indicadores mencionados. Con este fin se empleó un diagrama tipo Benchmark, donde se unifica los resultados de eficiencia en relación con tres indicadores, los cuales son costo, tiempo y calidad, donde la interpretación del gráfico califica a los proyectos, situando a los proyectos con menor eficiencia al interior del diagrama y obteniendo puntajes entre 0.0 y 1.0, mientras los proyectos con mayor eficiencia se sitúan hacia el exterior del diagrama con un puntaje de 5.0.

Se verificó que las obras retail evaluadas que contaron con la implementación de la metodología BIM, alcanzan un puntaje de 5.0 en los indicadores de costo y tiempo, pero en el indicador de calidad se aproximan a la escala óptima (5.0). Sin embargo, los dos primeros retail que contaron con el método convencional, obtuvieron puntajes lejanos al óptimo valor en cada uno de los indicadores. Todo ello se muestra en la Figura 6.

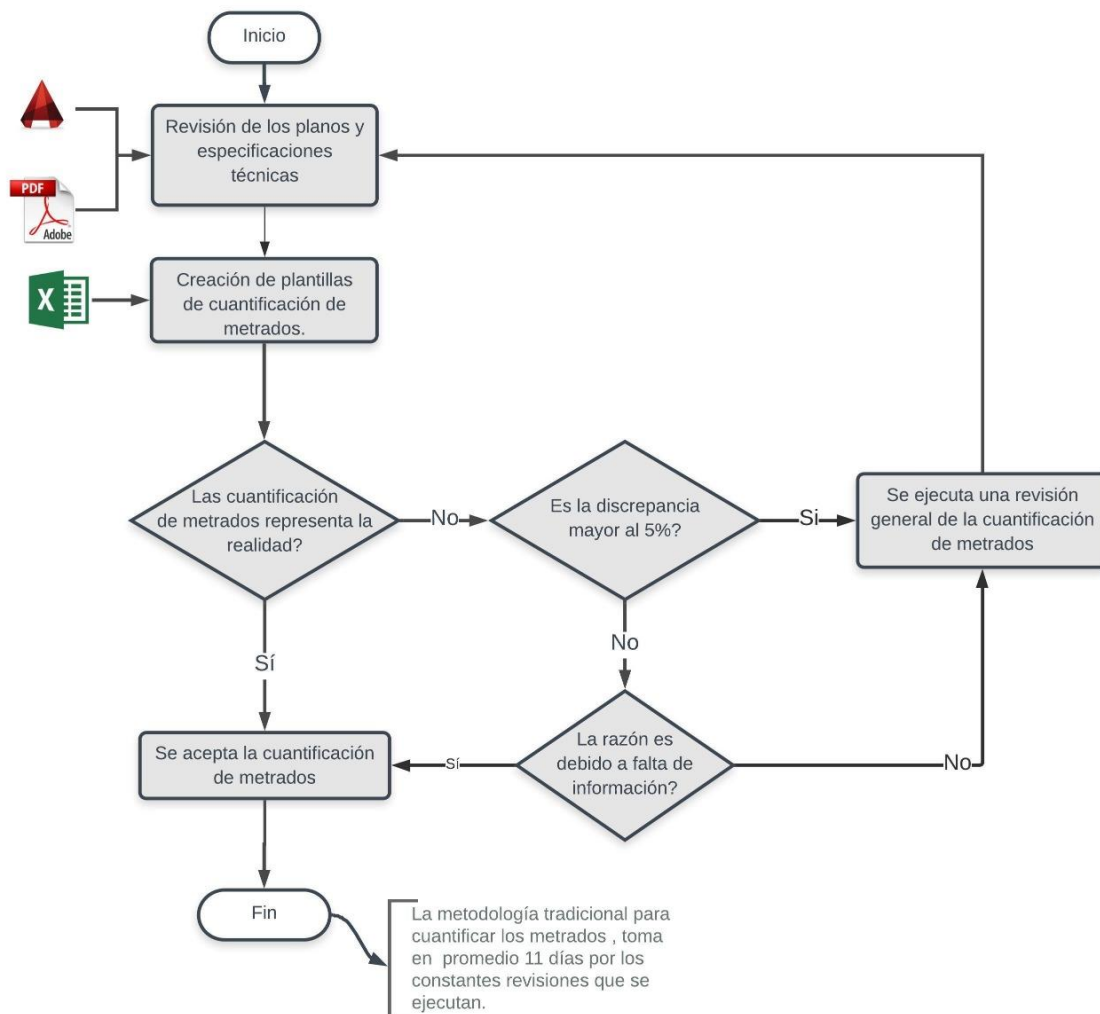


**Figura 6:** Benchmark de las cuatro obras retail.

Por otro lado, en la Figura7 y la Figura8, se muestra el flujo de trabajo de ambas metodologías y el tiempo que se toma en ejecutar el proceso para la obtención de metrados en una obra retail, para poder estimar los costos.

En la Figura 7 se observa el flujo de trabajo para la obtención de metrados de la estimación para el costo en la partida de arquitectura, donde se determina el tiempo total empleado con el método tradicional. Este proceso inició con la revisión de los archivos de planos dibujados con el software de dibujo asistido por computadora AUTOCAD V2018, en simultáneo con la revisión de las especificaciones técnicas, empleando un tiempo de 1 día; luego se procedió a la elaboración y llenado de plantillas de metrados empleando el programa MS EXCEL en un plazo de 1 día; a continuación se procedió a realizar la verificación de cada partida de la plantilla de metrados, con lo observado en la realidad recurriendo a los archivos fotográficos de obra y se verificó si la discrepancia fue mayor de 5%. Este proceso conllevó a una verificación cíclica, se describe a continuación; se comprobó si la discrepancia difiere de un valor de 5%, si la discrepancia fue mayor a 5% se procedió a una revisión general de la cuantificación de los metrados (planos y planillas de metrados); mientras, si la respuesta fue negativa, se cuestionó si se debió a la falta de información, en caso afirmativo se aceptó la cuantificación de metrados, si dio negativo se volvió a revisar la cuantificación de metrados; este proceso iterativo se realizó en un tiempo de 1 día por cada partida, habiéndose estudiado un promedio de 10 partidas, el proceso cíclico de verificación de metrados tomó un tiempo de 9 días en promedio, obteniendo un tiempo total de 10 a 11 días.

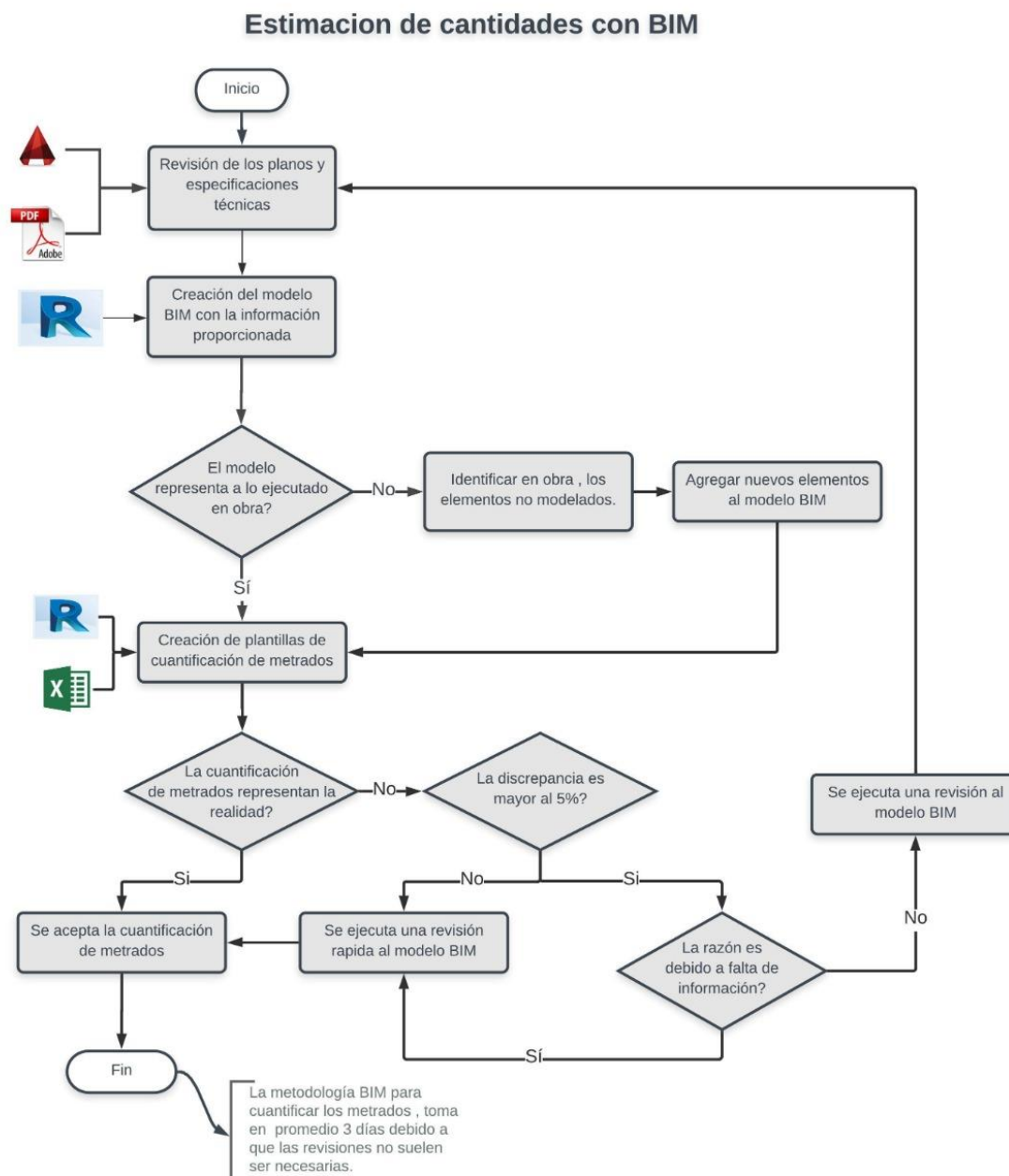
### Estimacion de cantidades sin BIM



**Figura 7:** Proceso de flujo de trabajo para la estimación de metrados con el método tradicional.

En la Figura 8 se observa el flujo de trabajo para la obtención de la estimación de metrados para el costo en la partida de arquitectura, determinando el tiempo total empleado con la implementación de la metodología BIM. De igual manera, que el proceso de trabajo con el método tradicional, se inició con la inspección de los archivos de planos dibujados con el software de dibujo asistido por computadora AUTOCAD V2018, en simultáneo con la revisión de las especificaciones técnicas, empleando un tiempo de 1 día; luego se derivó a la creación del modelado BIM, ejecutado con el software REVIT; con la información proporcionada por la empresa, identificando los elementos no modelados y a la vez agregando nuevos elementos que se presentaron según las partidas estudiadas, todo ello se realizó en un plazo de 1 día para todas las partidas; se procedió al llenado de la plantilla de metrados, con la información proporcionada por el software REVIT y empleando el programa MS EXCEL, y se verificó si la cuantificación de metrados representa la realidad o no, si no es acorde a la realidad se comprobó la discrepancia de 5%. Este proceso conllevó a una verificación cíclica, que se describe a continuación; se comprobó si la discrepancia difiere de un valor de 5%, si la discrepancia fue mayor a 5% se procedió a una revisión general de la cuantificación de los metrados mediante el modelado; mientras, si la respuesta fue negativa, se ejecutó una revisión rápida del modelado BIM y se acepta la cuantificación de metrados, en caso afirmativo se volvió a revisar la cuantificación de metrados; este proceso iterativo se realizó en un tiempo de 1 día, donde se ejecutó nuevamente una revisión global del modelado y se corrigió en el mismo software REVIT el modelado, se verifico y aceptó la cuantificación de metrados; todo el proceso tomó un tiempo total de 3 días.

Como resultado de la comparación de los diagramas de flujo de trabajo, lo cual se muestra en la Figura 7 y la Figura 8, se comprobó la eficiencia del empleo de la metodología BIM en la gestión para la estimación de metrados de proyectos de retail, logrando una mejora en el tiempo de ejecución de la estimación de metrado con tan solo 3 días (Figura 8) en comparación del método tradicional que tomó 8 días más (Figura 7).



**Figura 8:** Proceso de flujo de trabajo para la estimación de metrados con la implementación de la tecnología BIM.

Por lo tanto, se ha demostrado que es adecuado implementar la metodología BIM para los proyectos retail tipo llave en mano con el fin de aumentar la eficiencia en la estimación de metrados para los costos, ya que logra una mejora significativa en los indicadores considerados para el cálculo de eficiencia de la presente investigación.

Al implementar la metodología BIM, quedo demostrado también que resulta ser eficiente, ya que aumenta la calidad, y reduce el tiempo y el costo en la estimación de metrados para costos en un proyecto retail. Por ello, se sugiere utilizar las Tablas 1, 2 y 3 de escalas de los indicadores propuestos en la presente investigación, además de la Tabla 4 de intervalos de eficiencia, ya que con ello se podrá evaluar independientemente cada indicador e identificar donde se requiere mayor atención. También, se recomienda el uso de la herramienta Benchmark, porque permite evaluar de forma independiente el progreso de cada indicador posterior a la implementación BIM en los proyectos retail.

Por otro lado, se aconseja implementar la metodología BIM teniendo en cuenta las necesidades del proyecto, debido a que el nivel de detalle influye directamente en la estimación de metrados, evitando el aumento de tiempo y costo, y logrando una calidad óptima en la estimación de metrados en los proyectos Retail a futuro.



## 5. CONCLUSIONES

Se concluye que las tiendas ejecutadas sin la implementación de la metodología BIM tienen una baja eficiencia, ya que solo alcanzaron los valores de 43 % para la primera tienda y 33% para la segunda tienda, todo ello en la estimación de metrados de la partida de arquitectura para los costos, llegando así a aumentar el costo y tiempo de la empresa, ya que se requirió de varias revisiones en los proyectos, obteniendo una baja calidad en la estimación de metrados.

Por otro lado, respecto a las tiendas ejecutadas con la implementación BIM, se obtuvo una alta eficiencia, con valores del 95% en el Retail N° 03 y Retail N° 04, ya que en los indicadores de tiempo y costo se alcanzaron los valores de 5, siendo el puntaje óptimo en la escala y un valor de 4.15 y 4.14 en el indicador de calidad, demostrando que al aplicar la metodología BIM en un proyecto retail si resulta ser eficiente y con ello confirmando la hipótesis de la presente investigación.

Al realizar los flujos de trabajo de ambas metodologías, se concluye que, si el proyecto tiene implementado BIM, toma menos tiempo de trabajo la estimación de metrados para costos, porque solo tomó tres días de trabajo realizar el modelado, cuantificar el metrado y realizar la revisión respectiva para cada proyecto. Caso contrario el método convencional, que tomo de 10 a 11 días realizar todo el trabajo mencionado a las dos primeras obras retail, demostrando todo ello en la presente investigación.

## 6. REFERENCIAS

- [1] P. RETAIL, "RETAIL," 09 Agosto 2018. [Online]. Available: <https://www.peru-retail.com/retailtv/definicion-de-retail/>. [Accessed 21 Mayo 2020].
- [2] P. Y. Isla, "La eficiencia en los procesos proyectuales - bim in retail - la implementacion en oficina de retail," Universidad de Chile, Chile, 2012.
- [3] F. G. Choclán, M. S. Soler and R. J. M. González, "ResearchGate GmbH," 18 Noviembre 2015. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/284159764\\_Introduccion\\_a\\_la\\_metodologia\\_BIM](https://www.researchgate.net/publication/284159764_Introduccion_a_la_metodologia_BIM). [Accessed 17 Septiembre 2019].
- [4] A. Almeida, "RPP Noticias," 11 Abril 2019. [Online]. Available: <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692>. [Accessed 17 Septiembre 2019].
- [5] S. I. Solano, "MSI STUDIO," 03 Febrero 2016. [Online]. Available: <https://www.bimbarcelona.com/bim-es-el-presente-no-el-futuro/>. [Accessed 18 Septiembre 2019].
- [6] A. B. E. Méndez, "Entendiendo el uso de BIM en los procesos de diseño y coordinación de especialidades en Chile," Pontificia Universidad Catolica De Chile, Chile, 2015.
- [7] V. Viñas, BIM, para asegurar el costo contractual de obra y su implementación en un proyecto multifamiliar, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.
- [8] A. Céspedes and C. Mamani, Modelo de gestión de proyecto aplicando la Metodología Building Information Modeling (BIM) en la planta agroindustrial de Lurín, Lima: Universidad San Martin de Porres, 2016.
- [9] S. Morales, Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de san Martin de Porres-Lima, Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, , 2018.
- [10] M. Clark, A framework for BIM model-based construction cost estimation, California: The Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2019.
- [11] Biblus, "Biblus," 20 Marzo 2017. [Online]. Available: <http://biblus.accasoftware.com/es/ifc-que-es-y-relacion-con-el-bim/>.