

Implementación Piloto Del Uso BIM En La Estimación De Cantidades De Obra En
Redes Hidráulicas Y Sanitarias Para Apoyar Procesos De Licitación Y Gestión De Obra En La
Práctica Empresarial Realizada En Proyectos De Construcción Ecosostenibles Proecons S.A.S.

Silvia Fernanda García Becerra

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniera Civil

Director

Luis Eduardo Zapata Orduz

Ph.D. Ingeniería civil

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Civil
Bucaramanga
2026

Dedicatoria

A Dios, por ser la fuente de sabiduría que guio mi camino en cada etapa de este proceso.

A mis padres, Donaldo García y Alba Becerra cuyo esfuerzo y dedicación son el cimiento de mis logros; este título es tanto suyo como mío.

A mi hermano Felipe, colega y amigo, por su compañía constante y por la pasión que compartimos por la misma profesión.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1.1 Información de la empresa.....	11
1.1.1 Antecedentes de la empresa	11
1.1.2 Organigrama y área de trabajo del practicante	11
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo General.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
Desarrollo de la práctica	13
1.3 Actividades operativas	13
1.4 Metodología	13
1.5 Cronograma de actividades.....	21
1.6 Análisis técnico	22
1.7 Normativa aplicada	27
1.8 Resultados	27
1.8.1 Aportes a la empresa.....	29
Análisis de la experiencia	30
1.9 Aprendizajes técnicos	30
1.10 Competencias desarrolladas.....	30
1.11 Dificultades desarrolladas	30
1.12 Recomendaciones	31
Referencias Bibliográficas	32

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Parámetros asignados al proyecto.....	20
Tabla 2 Cronograma de actividades.....	21
Tabla 3 Precisión de las cantidades obtenidas entre las metodologías CAD y BIM sistema hidráulico.	23
Tabla 4 Precisión de las cantidades obtenidas entre las metodologías CAD y BIM sistema sanitario.....	24
Tabla 5 Tiempo estimado para la obtención de cantidades para ambas metodologías en sistemas de suministro y sanitario.	25
Tabla 6 Numero de revisiones y/o correcciones necesarias para ambas metodologías en sistemas de suministro y sanitario.	26

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Organigrama de la empresa PROECONS S.A.S.....	12
Figura 2 Vista en perspectiva del modelo arquitectónico Club House 2.....	14
Figura 3 Creación de capas según diámetro de tubería y especialidad en AutoCAD (licencia estudiantil).....	15
Figura 4 Diagrama de proceso de cálculo de cantidades actual.	16
Figura 5 Diagrama de proceso cálculo de cantidades y costes ajustado al proceso de cálculo de cantidades.....	17
Figura 6 Modelo redes de suministro proyecto de referencia en Revit.	19

Figura 7 Modelo redes sanitarias proyecto de referencia en Revit..... 19

Figura 8 Tabla de planificación accesorios red de suministro..... 20

Lista de Apéndices

Apéndice A - Plan de Ejecución BIM (BEP)

Glosario

Término	Definición
BIM	BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Permite centralizar toda la información de una construcción en un modelo digital desarrollado por todos sus agentes.
BEP	BIM Execution Plan o Plan de Ejecución BIM, es un documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar bajo metodología BIM.
CAD	Computer-Aided Design (Diseño Asistido por Computadora), una tecnología que utiliza sistemas informáticos para facilitar la creación, modificación, análisis y optimización de diseños técnicos.
Familia (BIM)	Conjunto de elementos paramétricos que representan componentes constructivos dentro de un software BIM.
MEP	(Mechanical, Electrical and Plumbing) Disciplina dentro de la metodología BIM enfocada en el diseño, modelado 3D, coordinación y gestión de instalaciones mecánicas, eléctricas y plomería
Modelo BIM	Representación digital tridimensional que contiene información geométrica, técnica y funcional de los elementos de un proyecto constructivo integrando todas las disciplinas para optimizar el ciclo de vida del proyecto.
PLUGIN	Complemento de software que se integra en el programa para añadir funcionalidades específicas o automatizar tareas sin modificar el código fuente principal.

Resumen

Título: Implementación piloto del uso BIM en la estimación de cantidades de obra en redes hidráulicas y sanitarias para apoyar procesos de licitación y gestión de obra en la práctica empresarial realizada en Proyectos de Construcción Ecosostenibles Proecons S.A.S.

Autor: Silvia Fernanda García Becerra**

Palabras Clave: BIM, cuantificación de obra, redes hidrosanitarias, modelado MEP, gestión de la construcción.

Descripción: El presente trabajo de grado tiene como objetivo implementar un modelo BIM MEP piloto para la estimación de cantidades de obra en redes hidráulicas y sanitarias en la empresa PROECONS S.A.S. A partir del análisis de la metodología tradicional basada en planos CAD, se identificaron limitaciones relacionadas con la precisión, el tiempo de ejecución y la trazabilidad de la información.

Con base en los lineamientos del BIM KIT de CAMACOL, se desarrolló un modelo en Autodesk Revit que permitió la extracción automatizada de cantidades mediante el uso de parámetros personalizados y tablas de planificación. Posteriormente, se realizó una comparación entre ambas metodologías considerando criterios de precisión, tiempo de ejecución y número de revisiones.

Los resultados evidencian que la metodología BIM presenta una mayor eficiencia en la obtención de cantidades cuando se dispone de un modelo base, así como una mejor trazabilidad de la información. En términos de precisión, se identificaron diferencias principalmente en elementos de menor diámetro y en la consideración de accesorios, debido a que el modelado BIM representa de manera más cercana la realidad constructiva. Asimismo, se observó que, aunque el proceso BIM requiere una mayor inversión inicial de tiempo en el modelado, permite reducir reprocesos y mejorar la confiabilidad de los resultados frente a la metodología tradicional.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis Eduardo Zapata Orduz. PhD. Ingeniería Civil. Tutor: Darlyn José García Delgado. Esp. Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Pilot Implementation of BIM for Construction Quantity Estimation in Hydraulic and Sanitary Systems to Support Tendering Processes and Construction Management during a Professional Internship at Proecons S.A.S.*

Author: Silvia Fernanda García Becerra **

Key Words: BIM, quantity takeoff, hydraulic and sanitary networks, MEP modeling, construction management.

Description: This study aims to implement a pilot BIM MEP model for the estimation of construction quantities in hydraulic and sanitary systems at PROECONS S.A.S. Based on the analysis of the traditional CAD-based methodology, several limitations were identified, including issues related to accuracy, execution time, and information traceability.

Following the guidelines established in the BIM KIT by CAMACOL, a model was developed in Autodesk Revit, enabling automated quantity takeoff through the use of customized parameters and scheduling tools. A comparative analysis between both methodologies was conducted considering accuracy, execution time, and number of revisions.

The results show that the BIM methodology provides greater efficiency in quantity takeoff when a base model is available, as well as improved information traceability. In terms of accuracy, differences were identified mainly in smaller-diameter elements and in the consideration of fittings, since BIM modeling more closely represents real construction conditions. Additionally, although the BIM process requires a higher initial time investment for modeling, it reduces rework and improves the reliability of results compared to the traditional methodology.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis Eduardo Zapata Orduz. PhD. Ingeniería Civil. Tutor: Darlyn José García Delgado. Esp. Ingeniería Civil.

Introducción

La estimación de cantidades de obra es una de las actividades fundamentales en la gestión de proyectos de construcción, ya que constituye la base para la elaboración de presupuestos, procesos de licitación y gestión de obra. En el caso de redes hidráulicas y sanitarias, esta actividad adquiere especial relevancia debido a la cantidad de elementos involucrados y a la necesidad de precisión en su cuantificación. Algunos de los problemas más recurrentes a la hora de elaborar un presupuesto es el cálculo de las cantidades de obra. Un gran inconveniente es la baja precisión en su estimación, sea positivo o negativo, que muestra la diferencia entre la variación del costo final del proyecto y el costo objetivo que se planificó para el mismo (Porrás Díaz et al., 2015).

Tradicionalmente, este proceso se ha desarrollado mediante el uso de herramientas CAD (Computer-Aided Design) y hojas de cálculo, lo que implica un alto grado de intervención manual. Esta condición genera limitaciones relacionadas con la variabilidad en los resultados, dependencia de la experiencia del profesional, dificultad en la trazabilidad de la información y mayor susceptibilidad a errores humanos, especialmente ante cambios en los diseños.

En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) surge como una alternativa que permite integrar la información geométrica y no geométrica de los proyectos a un modelo digital, en todas sus etapas y dimensiones, integrando diferentes disciplinas y facilitando la coordinación, la actualización y la detección de interferencias en los modelos, permitiendo además calcular las cantidades de obra y vincularlas con herramientas de estimación de costos (Silva, 2010). Un modelo BIM es una herramienta eficaz para el cálculo de las cantidades de obra; reduce significativamente la posibilidad de cometer errores y olvidar elementos de construcción. De esta forma, el cálculo del presupuesto de construcción y el programa de construcción es más exacto que con el método tradicional en que se utilizan dibujos en dos

dimensiones (2D) (Porrás Díaz et al., 2015). En Colombia, iniciativas como el BIM KIT (CAMACOL, 2019), han promovido la adopción de estos enfoques en el sector de la construcción.

El presente trabajo tiene como propósito implementar un modelo BIM MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing) piloto en la empresa PROECONS S.A.S. (2025), enfocado en la estimación de cantidades de redes hidráulicas y sanitarias, con el fin de evaluar su desempeño frente a la metodología tradicional CAD. En ese sentido, la importancia de este estudio radica en su aporte práctico al sector de la construcción, al proponer un flujo de trabajo replicable que contribuye al fortalecimiento del uso de metodologías BIM en empresas del sector, promoviendo su adopción progresiva. Para el desarrollo del trabajo se empleó un enfoque basado en la implementación de un caso piloto y la comparación de resultados entre metodologías, lo cual permitió evaluar de manera objetiva los beneficios del uso de BIM en el contexto real de la empresa.

1.1 Información de la empresa

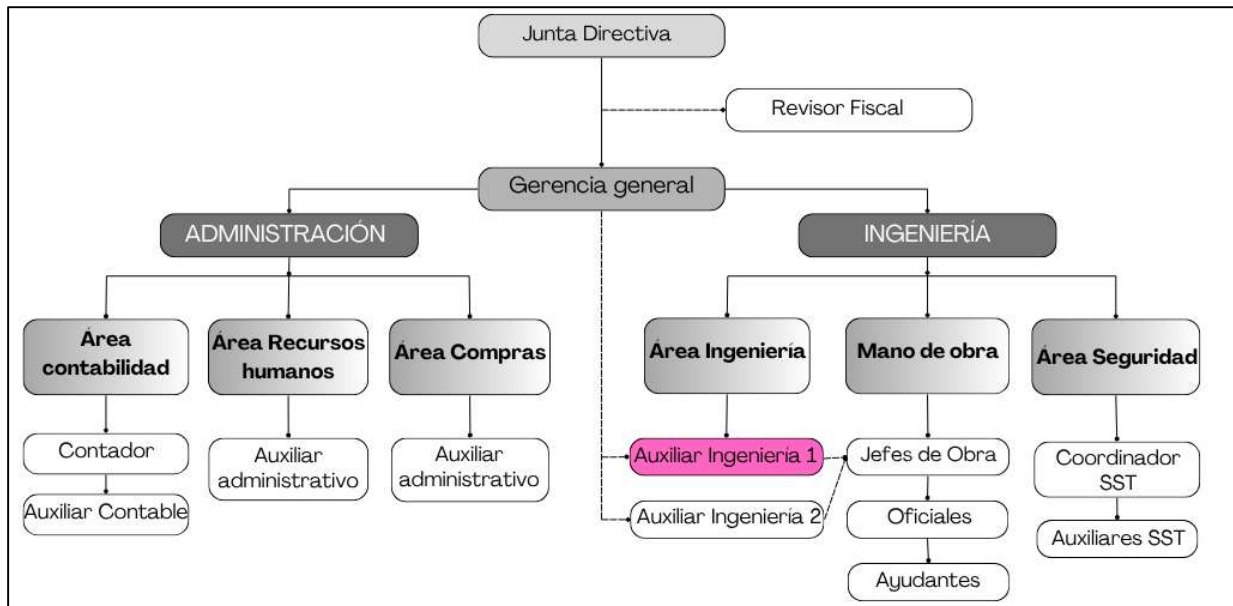
1.1.1 Antecedentes de la empresa

Proyectos de Construcción Ecosostenibles PROECONS S.A.S. es una empresa colombiana con sede principal en Floridablanca, Santander dedicada principalmente al suministro e instalación de redes hidráulicas, sanitarias, de gas y contra incendios, con experiencia en proyectos de viviendas de interés social VIS, comercio, edificaciones institucionales, desarrollos urbanísticos y obras civiles. Su enfoque se ha consolidado a partir de la prestación de servicios especializados que integran asesoría técnica y personal calificado, lo que le ha permitido ejecutar construcciones con altos estándares de calidad en distintas ciudades como Bucaramanga, Bogotá, Cartagena, Santa Marta y Cali.

1.1.2 Organigrama y área de trabajo del practicante

El practicante se desempeñó en el departamento de ingeniería de la empresa PROECONS, desempeñando el cargo de auxiliar de ingeniería en las oficinas ubicadas en la Calle 22 #12-92 Ciudad Valencia, Floridablanca, Santander. Como complemento a la formación técnica, se realizaron visitas a los frentes de obra situados en el área metropolitana de Bucaramanga. El organigrama de la empresa se muestra en la Figura 1

Figura 1
Organigrama de la empresa PROECONS S.A.S



1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Implementar un modelo BIM MEP piloto de redes hidráulicas y sanitarias en PROECONS S.A.S., aplicando el flujo de trabajo de estimación de cantidades y costos definido en el BIM KIT, para comparar su rapidez y precisión frente a la metodología tradicional CAD en procesos de licitación y gestión de obra.

1.2.2 Objetivos Específicos

- I. Analizar el procedimiento actual de estimación de cantidades de redes hidráulicas y sanitarias en PROECONS S.A.S. con el fin de identificar limitaciones inherentes a la metodología tradicional utilizada.
- II. Aplicar los lineamientos del uso BIM de estimación de cantidades y costos definidos en el BIM KIT, desarrollando el modelo BIM MEP de redes hidráulicas y sanitarias y estructurando el flujo de cuantificación correspondiente.

- III. Comparar la metodología tradicional CAD con el modelo BIM MEP piloto en términos de precisión en la estimación de cantidades de obra, tiempo de obtención y número de revisiones/correcciones necesarias, para evaluar el impacto de su implementación en licitaciones y gestión de obra.

Desarrollo de la práctica

1.3 Actividades operativas

Durante el desarrollo de la práctica empresarial en PROECONS S.A.S, se llevaron a cabo diversas actividades orientadas al apoyo en procesos de gestión de proyectos en ingeniería civil, especialmente en las áreas de redes hidráulicas y sanitarias. Entre estas actividades se destacan la interpretación de planos de obra, cortes de obra, actualización de planos record, estimación de cantidades de redes hidrosanitarias, contraincendio y gas, así como el manejo de bases de datos para la elaboración de presupuestos y el apoyo en procesos de licitación.

Adicionalmente, se brindó apoyo al área de estructuras mediante la participación como apoyo técnico en obra, involucrándose en el seguimiento de un proyecto estructural con sistema constructivo industrializado Outinord. Durante esta experiencia, se adquirieron conocimientos sobre el proceso constructivo, así como en la gestión de información del proyecto, incluyendo control de cortes de obra, tiempos de ejecución y análisis de rendimientos.

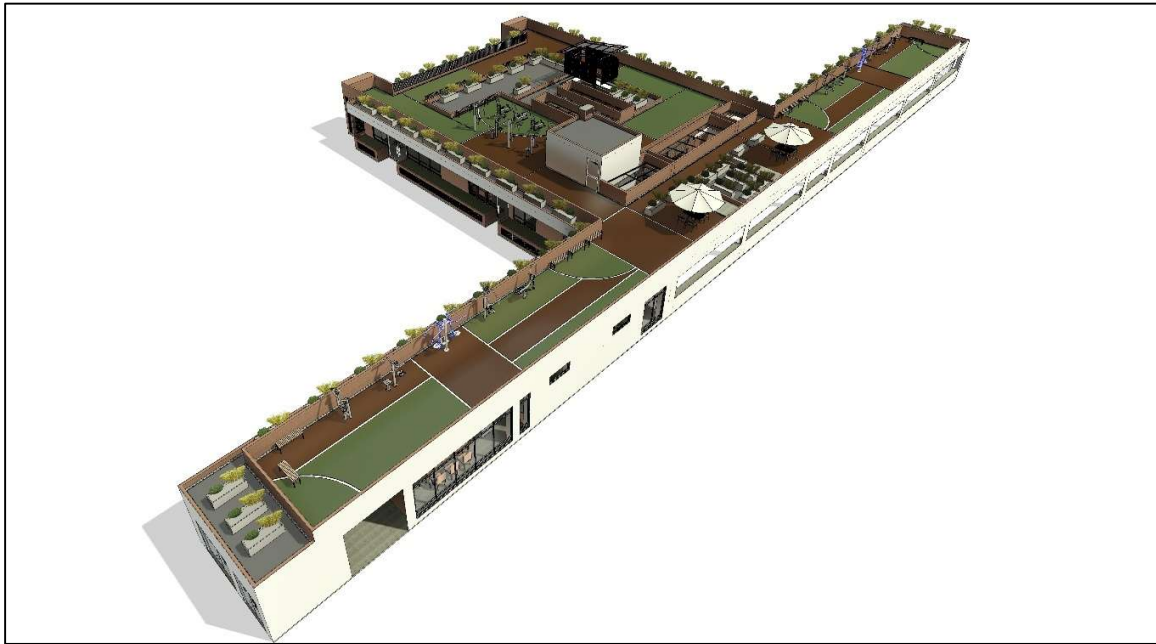
1.4 Metodología

Para el desarrollo del objetivo I, se tomó como punto de partida el proyecto de zonas comunes *Club House 2* (Figura 2) perteneciente al proyecto *Ciudad la Salle Saint Michel* ubicado en la Calle 170 con Carrera 12 en Bogotá. El contrato de mano de obra de las redes hidrosanitarias, contraincendios y de gas fue adjudicado a la empresa, y el cálculo de cantidades de obra fue

requerido para la solicitud de materiales necesarios para la ejecución del proyecto de zonas comunes.

Figura 2

Vista en perspectiva del modelo arquitectónico Club House 2.



Nota: recuperado de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit>

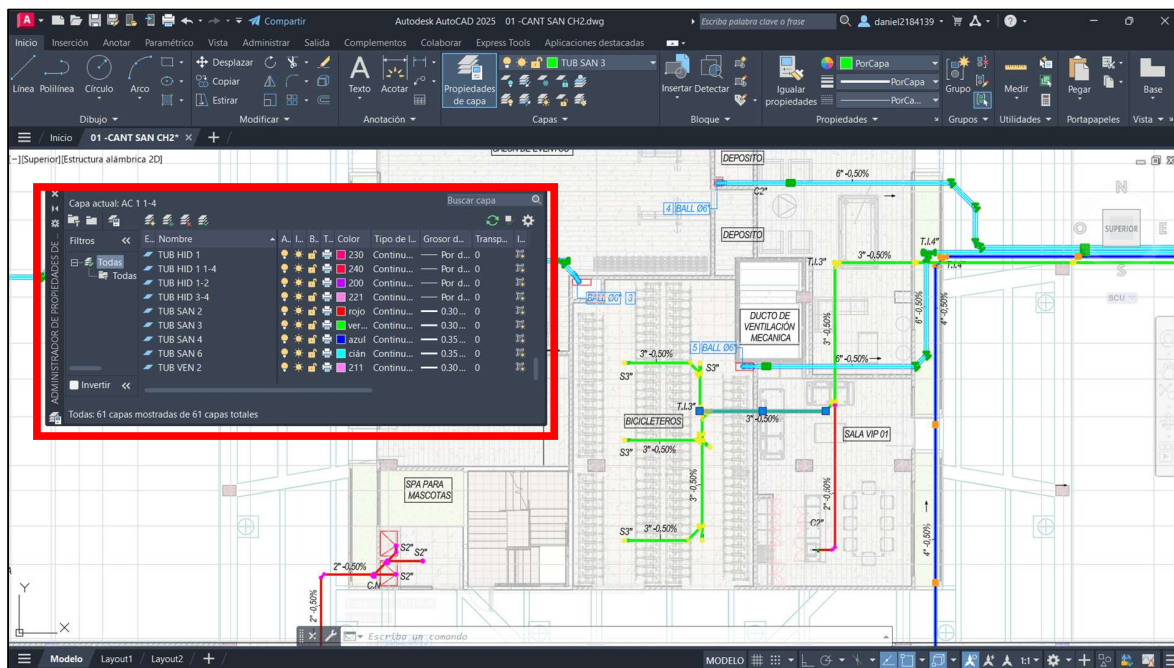
El proceso usado por la empresa comienza con la recepción de la información, en donde el contratante suministra los planos del proyecto en formato .dwg, .pdf y, en algunos casos, .rvt. Esta documentación sirve como base para el cálculo de cantidades, en el cual se debe identificar si los elementos a contabilizar corresponden a tuberías, accesorios, puntos hidrosanitarios o de gas, u otros. Estos últimos incluyen actividades como excavaciones, rellenos, pruebas de estanqueidad, anclajes y pruebas hidráulicas, las cuales requieren memorias de cálculo específicas para su cuantificación.

Todos los procesos parten de un archivo .dwg. Para la estimación de longitud de tuberías se crean capas según especialidad y diámetros como se muestra en la Figura 3, se dibujan segmentos de línea sobre las tuberías existentes con el fin de totalizar las longitudes de tubería

seleccionado los elementos con la herramienta “*seleccionar similares*” de Autocad y utilizando el plugin SUMLP para la suma de estos segmentos para totalizar las tuberías.

Figura 3

Creación de capas según diámetro de tubería y especialidad en AutoCAD (licencia estudiantil).



Nota: recuperado de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/AutoCAD>

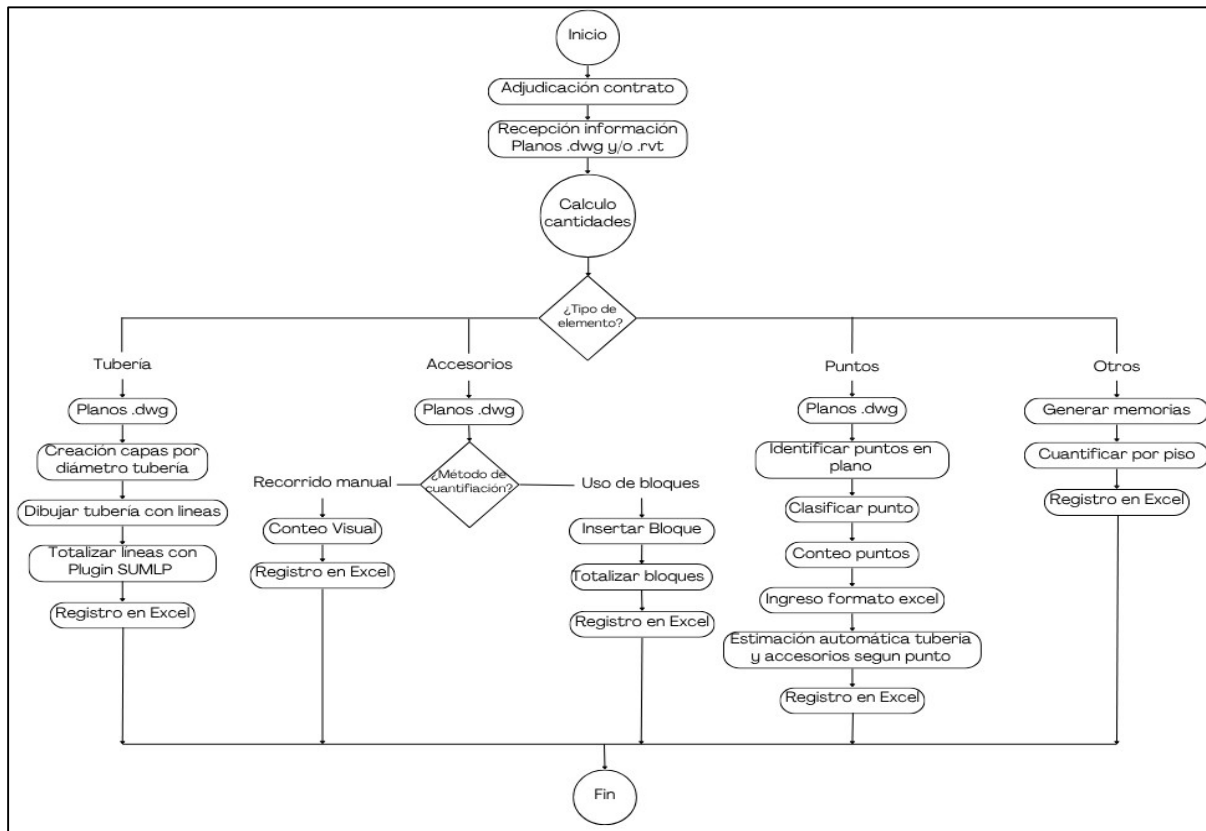
En el caso de los accesorios, se identifican dos mecanismos de cuantificación. El primero corresponde al conteo mediante recorrido visual del plano, registrando los elementos en una hoja de cálculo. El segundo consiste en la creación de bloques en AutoCAD según el tipo y diámetro, los cuales son totalizados para ser registrados en una hoja de cálculo.

Para los puntos hidrosanitarios, la empresa cuenta con un formato estándar en Excel que permite estimar las cantidades de tuberías y accesorios requeridos por tipo de punto. Estos puntos son determinados según las condiciones del proyecto. El formato permite totalizar los puntos por piso e ingresarlos en la hoja de cálculo, donde se obtienen automáticamente las cantidades requeridas.

A partir de la revisión documental de proyectos anteriores y entrevistas realizadas a los ingenieros encargados, se identificó el proceso utilizado por la empresa para el cálculo de cantidades en redes hidráulicas y sanitarias, el cual se presenta en la siguiente Figura 4.

Figura 4

Diagrama de proceso de cálculo de cantidades actual.



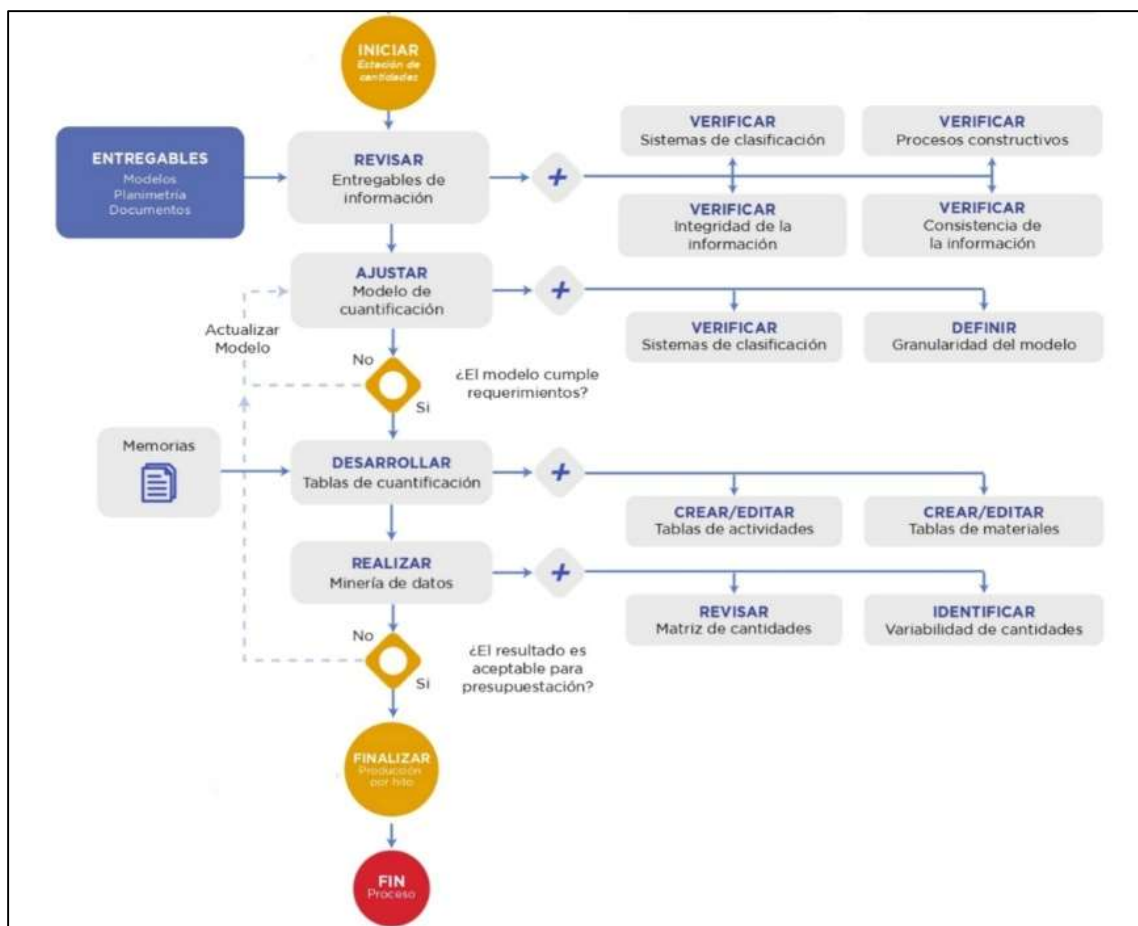
Nota: Autoría propia

Se identificaron diversas limitaciones en la metodología empleada. El procedimiento para la cuantificación de accesorios mediante conteo visual requiere experiencia del profesional, lo cual puede generar variabilidad en los resultados. Las memorias de cantidades no se encuentran vinculadas directamente a los planos, por lo que cualquier modificación en el diseño implica la necesidad de realizar nuevamente el proceso de cuantificación y/o revisión. Adicionalmente, las cantidades deben ser redibujadas para su extracción, lo que incrementa el tiempo requerido para el desarrollo de esta actividad.

Después de identificar la metodología interna de la organización, para el desarrollo del objetivo II se realizó una revisión técnica de la Guía de Usos BIM propuesta por CAMACOL (BIM KIT). Bajo este marco, se seleccionó el Uso BIM: Estimación de Cantidades y Costos. Sin embargo, dado que el alcance del presente trabajo se restringe a la extracción automatizada de cantidades de obra, se procedió a la redefinición y ajuste del diagrama de procesos a las necesidades del estudio, se muestra en Figura 5.

Figura 5

Diagrama de proceso cálculo de cantidades y costes ajustado al proceso de cálculo de cantidades.



Nota: tomado de Guía de Usos Bim, BIM KIT, pag 32

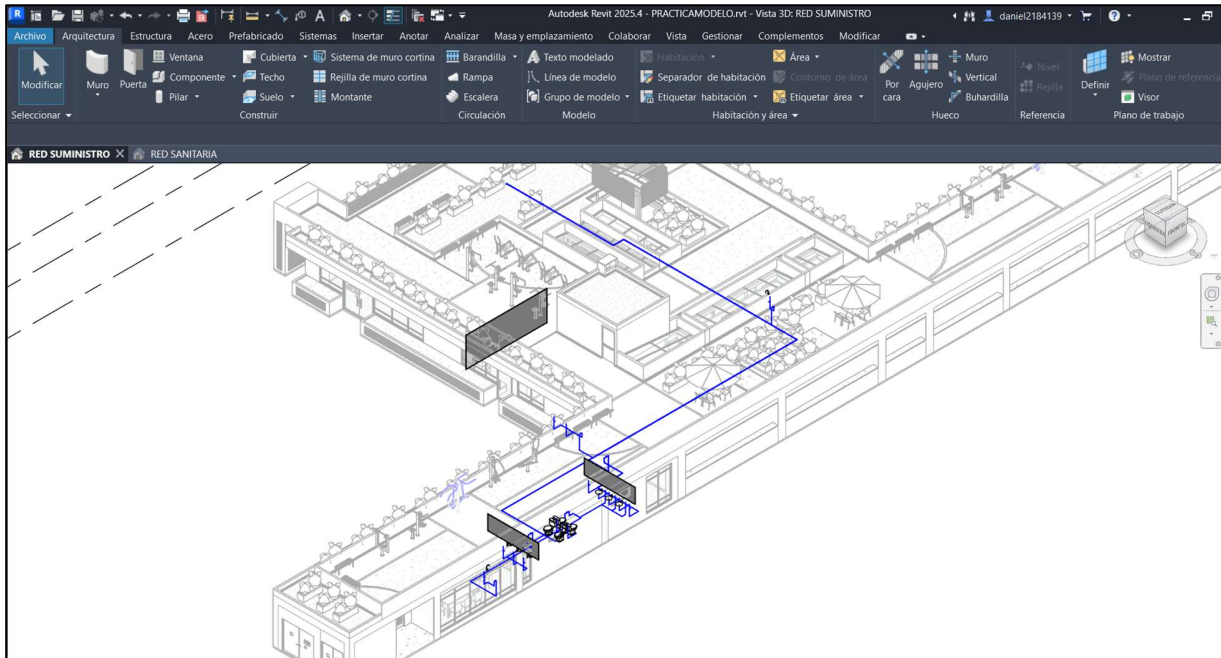
El flujo de trabajo propuesto por el BIM KIT, ajustado al cálculo de cantidades, comienza con la revisión de los entregables de información suministrados por el contratante, se validó la

integridad y consistencia de la información en conjunto con la verificación del proceso constructivo. Se usó como software para el modelado BIM, Autodesk Revit con licencia estudiantil. Se ajustó el modelado de la disciplina de fontanería (MEP) mediante la vinculación de un modelo arquitectónico base. A partir de este modelo, se coordinaron niveles, rejillas y puntos de referencia, integrando también la información técnica contenida en los diseños en formato .pdf de los sistemas hidráulico y sanitario para su modelado.

Para el desarrollo del modelo se emplearon familias paramétricas del proveedor PAVCO, Pavco Wavin (2024), las cuales garantizan una alta fidelidad en la definición geométrica y de información o nivel desarrollo LOD 300 (Level Of Development). Los elementos fueron modelados para tener dimensiones precisas en cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. El uso de estos componentes permitió la automatización de uniones complejas, aproximación del modelo a condiciones constructivas reales, automatización de tareas, cantidades de materiales aterrizado a la realidad el proyecto, aumentando la precisión de la cuantificación.

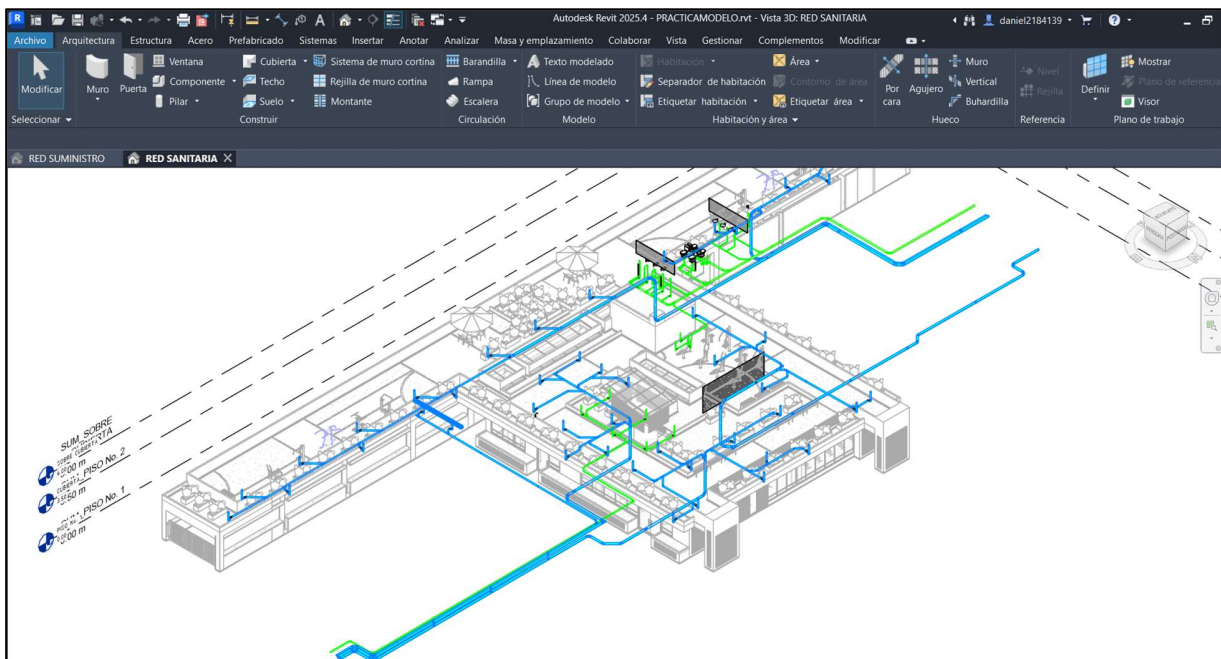
El modelado del proyecto de referencia “*Club House 2*” se centró en la representación de redes hidráulicas y sanitarias, asegurando que cada elemento poseyera la información no gráfica LOI (Level of Information) necesaria asociada como diámetros, fabricante, propiedades mecánicas, propiedades físicas, propiedades geométricas, referencias con base de datos de la empresa, sistema, entre otras, algunas incluidas en las familias Pavco y otras incluidas manualmente para la trazabilidad de la información. Los modelos de las redes de suministro se observan en la Figura 6 y el modelo de las redes sanitarias en la Figura 7.

Figura 6
Modelo redes de suministro proyecto de referencia en Revit.



Nota: recuperado de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/mep>

Figura 7
Modelo redes sanitarias proyecto de referencia en Revit.



Nota: recuperado de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/mep>

Con el fin de garantizar la interoperabilidad con la base de datos de la empresa y facilidad en la identificación de las partidas de obra, se crearon los siguientes parámetros de proyecto: ID de ítem, clasificación de sistema, categoría de elemento, nivel de referencia y ubicación tipo, los cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1
Parámetros asignados al proyecto.

Nombre parámetros	Descripción
ID_PROECONS	Numeración interna de la empresa
TIPO ELEMENTO	Tubería, Accesorio, Punto u otro
SISTEMA	Sanitario, Suministro, Gas y Contra incendio
NIVEL REFERENCIA	Piso 1, Piso 2, Montantes
UBICACIÓN TIPO	Enterrada, Descolgada, Embebida

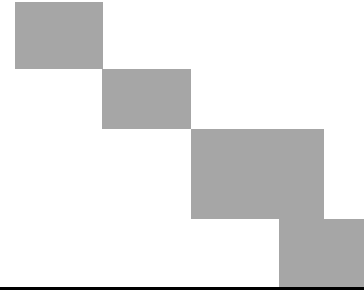
Nota: Autoría propia.

Figura 8
Tabla de planificación accesorios red de suministro.

A	B	C	D	E	F
ID_PROECONS	TIPO ELEMENTO	SISTEMA	Product Description	Tamaño	Recuento
1.0557	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1.1/4X1 SOLD		2
1.0555	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1.1/4X1/2 SOLD		2
1.0553	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1X1/2 SOLD		1
1.0554	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1X3/4 SOLD		3
1.0552	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 3/4X1/2 SOLD		5
1.0579	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 1 SCH40	1"ø-1"ø	6
1.058	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 1.1/4 SCH40	1 1/4"ø-1 1/4"ø	4
1.0577	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 1/2 SCH40	1/2"ø-1/2"ø	40
1.0578	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 3/4 SCH40	3/4"ø-3/4"ø	11
1.0543	Accesorios	Suministro	TAPON PRE 1/2 SCH40 SOLD	1/2"ø	38
1.0656	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1 SCH40	1"ø-1"ø-1/2"ø	1
1.0656	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1 SCH40	1"ø-3/4"ø-3/4"ø	1
1.0657	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1.1/4 SCH40	1 1/4"ø-1 1/4"ø-1/2"	2
1.0657	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1.1/4 SCH40	1 1/4"ø-1"ø-1"ø	1
1.0654	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1/2 SCH40	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	26
1.0655	Accesorios	Suministro	TEE PRE 3/4 SCH40	3/4"ø-1/2"ø-1/2"ø	1
1.0655	Accesorios	Suministro	TEE PRE 3/4 SCH40	3/4"ø-3/4"ø-1/2"ø	1
1.0575	Accesorios	Suministro	TEE RED PRE 1X1/2 SCH40	1"ø-1"ø-1/2"ø	1
1.0575	Accesorios	Suministro	TEE RED PRE 1X1/2 SCH40	1"ø-1/2"ø-3/4"ø	1
1.0574	Accesorios	Suministro	TEE RED PRE 3/4X1/2 SCH40	3/4"ø-1/2"ø-1/2"ø	2
1.0597	Accesorios	Suministro	UNION PRE 1 SCH40	1"ø-1"ø	1
1.0598	Accesorios	Suministro	UNION PRE 1.1/4 SCH40	1 1/4"ø-1 1/4"ø	4
11.0006	Accesorios	Suministro	VALVULA DE BOLA H2OFF 1" - SOLDADA	1"ø-1"ø	1
11.0004	Accesorios	Suministro	VALVULA DE BOLA H2OFF 1/2" - SOLDADA	1/2"ø-1/2"ø	3
11.0005	Accesorios	Suministro	VALVULA DE BOLA H2OFF 3/4" - SOLDADA	3/4"ø-3/4"ø	2

Nota: Autoría propia.

- 3.1 Estimacion de cantidades con metodología tradicional CAD
 - 3.2 Estimacion de cantidades con metodología BIM
 - 3.3 Comparacion entre metodologías en termino de precisión, tiempo de obtencion y numero de revisiones
 - 3.4 Evaluacion del impacto en su implementación en la empresa.
-



1.6 Análisis técnico

El análisis de los resultados obtenidos en la estimación de cantidades de obra permite identificar diferencias relevantes entre la metodología tradicional basada en CAD y el modelo BIM MEP implementado. Se llevó a cabo la cuantificación de cantidades mediante el método tradicional CAD, siguiendo el flujo de trabajo implementado en la empresa PROECONS S.A.S. Posteriormente, se ejecutó la cuantificación utilizando el modelo BIM MEP previamente desarrollado en Autodesk Revit, a partir del cual se extrajeron automáticamente las cantidades mediante tablas de planificación.

Para la evaluación de la precisión, se realizó la comparación entre las cantidades obtenidas por ambas metodologías, se tomó como referencia la metodología CAD por ser el procedimiento tradicional utilizado por la empresa. Las diferencias fueron expresadas en términos porcentuales. Los resultados para las redes de suministro se evidencian en la Tabla 3 y para las redes sanitaria en la Tabla 4.

Tabla 3*Precisión de las cantidades obtenidas entre las metodologías CAD y BIM sistema hidráulico.*

ID PROECONS	TIPO ELEMENTO	SISTEMA	DESCRIPCION	Longitud o recuento REVIT	Longitud o recuento CAD	Precisión	Existencia
1.2031	Tubería	Suministro	Tubería 1/2"	51.84	46.22	88%	SI
1.2035	Tubería	Suministro	Tubería 3/4"	8.10	5.89	63%	SI
1.2034	Tubería	Suministro	Tubería 1"	18.36	17.41	95%	SI
1.2037	Tubería	Suministro	Tubería 1 1/4"	39.14	39.35	99%	SI
1.0557	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1.1/4X1 SOLD	2	2	100%	SI
1.0555	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1.1/4X1/2 SOLD	2	2	100%	SI
1.0553	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1X1/2 SOLD	1	1	100%	SI
1.0554	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 1X3/4 SOLD	3	3	100%	SI
1.0552	Accesorios	Suministro	BUJE PRE 3/4X1/2 SOLD	5	5	100%	SI
1.0579	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 1 SCH40	6	6	100%	SI
1.058	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 1.1/4 SCH40	4	4	100%	SI
1.0577	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 1/2 SCH40	40	62	65%	SI
1.0578	Accesorios	Suministro	CODO PRE 90 3/4 SCH40	11	9	78%	SI
1.0543	Accesorios	Suministro	TAPON PRE 1/2 SCH40 SOLD	38	31	77%	SI
1.0656	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1 SCH40	2	2	100%	SI
1.0657	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1.1/4 SCH40	3	3	100%	SI
1.0654	Accesorios	Suministro	TEE PRE 1/2 SCH40	26	24	92%	SI
1.0655	Accesorios	Suministro	TEE PRE 3/4 SCH40	2	2	100%	SI
1.0575	Accesorios	Suministro	TEE RED PRE 1X1/2 SCH40	2	2	100%	SI
1.0574	Accesorios	Suministro	TEE RED PRE 3/4X1/2 SCH40	2	2	100%	SI
1.0597	Accesorios	Suministro	UNION PRE 1 SCH40	1	-	-	NO
1.0598	Accesorios	Suministro	UNION PRE 1.1/4 SCH40	4	4	100%	SI
11.0006	Accesorios	Suministro	VALVULA DE BOLA H2OFF 1" - SOLDADA	1	1	100%	SI
11.0004	Accesorios	Suministro	VALVULA DE BOLA H2OFF 1/2" - SOLDADA	3	3	100%	SI
11.0005	Accesorios	Suministro	VALVULA DE BOLA H2OFF 3/4" - SOLDADA	2	2	100%	SI

Nota: autoría propia

Tabla 4*Precisión de las cantidades obtenidas entre las metodologías CAD y BIM sistema sanitario.*

ID PROECONS	SISTEMA	TIPO ELEMENTO	Descripción	Diámetro	Longitud o recuento REVIT	Longitud o recuento CAD	Precision	Existencia
2.0242	Sanitario	Tubería	Tubería 2"	2"	46.93	47.59	99%	SI
2.0238	Sanitario	Tubería	Tubería ventilación 2"	2"	8.7	12	73%	SI
2.0243	Sanitario	Tubería	Tubería 3"	3"	60.05	66.61	90%	SI
2.0244	Sanitario	Tubería	Tubería 4"	4"	265.11	316.02	84%	SI
2.0245	Sanitario	Tubería	Tubería 6"	6"	202.88	205.06	99%	SI
2.0213	Sanitario	Accesorios	ADAPT LIMPIEZA SAN 4	4"ø	5	6	83%	SI
2.0214	Sanitario	Accesorios	ADAPT LIMPIEZA SAN 6	6"ø	3	3	100%	SI
2.0212	Sanitario	Accesorios	ADAPT LIMPIEZA SAN 3	3"ø	2	2	100%	SI
2.0106	Sanitario	Accesorios	BUJE SAN 4X3 SOLD	4"ø-3"ø	2	-	-	NO
2.0047	Sanitario	Accesorios	CODO SAN 45 2 CXC - 100 UN	2"ø-2"ø	22	32	69%	SI
2.0048	Sanitario	Accesorios	CODO SAN 45 3 CXC - 50 UN	3"ø-3"ø	12	19	63%	SI
2.0049	Sanitario	Accesorios	CODO SAN 45 4 CXC - 20 UN	4"ø-4"ø	70	112	63%	SI
2.005	Sanitario	Accesorios	CODO SAN 45 6 CXC	6"ø-6"ø	48	49	98%	SI
2.0037	Sanitario	Accesorios	CODO SAN 90 2 CXC - 50 UN	2"ø-2"ø	27	26	96%	SI
2.0039	Sanitario	Accesorios	CODO SAN 90 4 CXC - 10 UN	4"ø-4"ø	4	6	67%	SI
2.0116	Sanitario	Accesorios	SIFON SAN 135 3	3"ø-3"ø	6	6	100%	SI
2.0117	Sanitario	Accesorios	SIFON SAN 135 4	4"ø-4"ø	45	45	100%	SI
2.0115	Sanitario	Accesorios	SIFON SAN 180 2	2"ø-2"ø	8	8	100%	SI
2.011	Sanitario	Accesorios	TAPON PRUEBA SAN 3	3"ø	2	7	29%	SI
2.0111	Sanitario	Accesorios	TAPON PRUEBA SAN 4	4"ø	44	51	86%	SI
2.0112	Sanitario	Accesorios	TAPON PRUEBA SAN 6	6"ø	5	5	100%	SI
2.0073	Sanitario	Accesorios	UNION SAN 3	3"ø-3"ø	4	4	100%	SI
2.0074	Sanitario	Accesorios	UNION SAN 4	4"ø-4"ø	9	9	100%	SI
2.0075	Sanitario	Accesorios	UNION SAN 6	6"ø-6"ø	19	19	100%	SI

2.0099	Sanitario	Accesorios	YEE RED SAN 4X2	<varía>	11	11	100%	SI
2.0101	Sanitario	Accesorios	YEE RED SAN 6X4	<varía>	7	7	100%	SI
2.0094	Sanitario	Accesorios	YEE SAN 2	2"ø-2"ø-2"ø	7	7	100%	SI
2.0095	Sanitario	Accesorios	YEE SAN 3	3"ø-3"ø-3"ø	7	8	88%	SI
2.0096	Sanitario	Accesorios	YEE SAN 4	4"ø-4"ø-4"ø	42	42	100%	SI
2.0097	Sanitario	Accesorios	YEE SAN 6	6"ø-6"ø-6"ø	3	3	100%	SI

Nota: Autoría propia

Adicionalmente, se estimó el tiempo requerido para la obtención de cantidades en cada metodología para longitudes de tubería y accesorios. En el caso del método CAD, se consideró el tiempo necesario para la revisión de planos y cuantificación manual, mientras que para el modelo BIM se tuvo en cuenta el tiempo de inserción de parámetros a un modelo base con las redes integradas al modelo, la creación de las tablas de cuantificación y la posterior extracción de cantidades, los resultados se muestran en la Tabla 5. No se tiene en cuenta el tiempo de modelado en Revit de las redes pues es un entregable de información que debe ser suministrado por el contratante, así como se reciben los planos en formato .dwg para la metodología CAD.

Tabla 5

Tiempo estimado para la obtención de cantidades para ambas metodologías en sistemas de suministro y sanitario.

Método	Tiempo (horas)	
	Sistema suministro	Sistema sanitario
CAD	4.0	12.0
BIM*	1.5	1.5

*Nota: *No incluye el tiempo estimado para la creación del modelo.*

Asimismo, se registró el número de revisiones y correcciones necesarias en cada metodología hasta alcanzar una versión final de cantidades, con el objetivo de evaluar la trazabilidad y facilidad de ajuste de cada proceso, los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Numero de revisiones y/o correcciones necesarias para ambas metodologías en sistemas de suministro y sanitario.

Método	Número revisiones/ correcciones	
	Sistema suministro	Sistema sanitario
CAD	1.0	1.0
BIM	2.0	3.0

En términos de precisión, se observaron variaciones en las cantidades de tuberías y accesorios entre ambas metodologías. Estas diferencias se explican principalmente por la forma en que cada herramienta representa los elementos del sistema.

En relación con los accesorios, la metodología CAD depende en gran medida del conteo manual o del uso de bloques, lo cual introduce variabilidad asociada a la experiencia del profesional y a posibles omisiones durante el proceso. En contraste, el modelo BIM permite la cuantificación automática de estos elementos siempre que estén correctamente modelados y parametrizados, lo que mejora la trazabilidad de la información y reduce la probabilidad de errores por omisión. No obstante, esta ventaja está directamente condicionada a la calidad del modelado y a la correcta asignación de parámetros.

Respecto al tiempo de obtención de cantidades, se evidenció una mayor eficiencia en la metodología BIM cuando se dispone de un modelo previamente desarrollado. Esto se debe a la automatización en la extracción de cantidades mediante tablas de planificación, lo que elimina procesos manuales como el redibujo de elementos o el conteo visual. Se identificó que la metodología BIM presenta un mayor número de iteraciones en comparación con CAD. Este comportamiento no se relaciona necesariamente con una mayor cantidad de errores, sino con la naturaleza del proceso de validación del modelo.

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que las diferencias entre ambas metodologías no solo responden a la herramienta utilizada, sino a los principios técnicos que las

sustentan, particularmente en términos de representación geométrica, nivel de detalle de los elementos, automatización de procesos y gestión de la información. Estas características influyen directamente en la precisión, el tiempo de ejecución y la confiabilidad de los resultados en la estimación de cantidades de obra.

1.7 Normativa aplicada

Para el desarrollo del presente trabajo se consideraron las siguientes normativas y lineamientos técnicos:

- **NTC 1500 (2019)** – Código Colombiano de Fontanería, norma principal para el diseño e instalación de redes hidráulicas y sanitarias en Colombia.
- **Resolución 0330 de 2017 (RAS 2017)** – Establece el Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento Básico, aplicable a proyectos de acueducto y alcantarillado.
- **Guía BIM KIT** de CAMACOL para la implementación de usos BIM en proyectos de construcción.
- **ISO 19650-2 (2018)** – Gestión de la información en proyectos utilizando metodología BIM.

1.8 Resultados

La práctica empresarial desarrollada en la empresa PROECONS S.A.S. permitió la participación en procesos de estimación de cantidades de obra para redes hidráulicas y sanitarias, así como en la implementación de herramientas BIM aplicadas a la gestión de proyectos. La ejecución de las fases metodológicas planteadas en el plan de trabajo facilitó el cumplimiento de los objetivos establecidos.

El análisis del procedimiento actual de estimación de cantidades en la empresa permitió identificar que la metodología tradicional basada en CAD presenta una alta dependencia de

procesos manuales, lo que genera variabilidad en los resultados, mayor probabilidad de error humano y dificultades en la trazabilidad de la información. Se evidenció que ante modificaciones en el diseño es necesario realizar reprocesos, lo que incrementa los tiempos de ejecución.

La aplicación de los lineamientos del BIM KIT permitió desarrollar un modelo BIM MEP de redes hidráulicas y sanitarias con un nivel de desarrollo adecuado para la extracción de cantidades. La implementación de parámetros como ID de ítem, sistema y tipo de elemento facilitó la organización de la información y la automatización del proceso de cuantificación, evidenciando el potencial del BIM como herramienta para mejorar la eficiencia y la gestión de datos en la estimación de cantidades.

En cuanto al tiempo de obtención de cantidades, la metodología BIM demostró ser más eficiente cuando el modelo es suministrado como parte de los entregables del proyecto, ya que permite la extracción automatizada de la información. No obstante, cuando el modelo debe ser desarrollado desde cero, el tiempo requerido puede ser mayor en comparación con CAD, dependiendo del alcance del proyecto.

Respecto a la precisión, se identificaron diferencias en las longitudes de tubería, ya que en CAD no se consideran de manera explícita los espacios ocupados por accesorios, lo que puede generar sobreestimaciones. Por el contrario, en BIM el modelado se realiza conforme a la realidad constructiva, permitiendo obtener resultados más ajustados. Las mayores variaciones se presentaron en diámetros menores (1/2" y 3/4"), asociadas a los criterios internos de la empresa en la estimación de puntos hidráulicos. Para redes principales y elementos como válvulas, se obtuvo una coincidencia cercana al 100%. En el sistema sanitario, se evidenciaron diferencias similares tanto en tuberías como en accesorios, especialmente en codos.

En relación con el número de revisiones, se determinó que este depende del nivel de confiabilidad requerido y de la experiencia del profesional. En la metodología CAD, generalmente se realiza una única revisión, lo que puede incrementar el riesgo de error. En BIM, aunque la extracción es automatizada, se requiere un mayor número de revisiones enfocadas en la validación del modelo, incluyendo la verificación de elementos modelados, ausencia de duplicidades y coherencia de la información.

En general, los resultados evidencian que la metodología BIM presenta ventajas en términos de trazabilidad, precisión y actualización de la información, especialmente en entornos donde se cuenta con modelos previamente desarrollados, lo que representa un impacto positivo en procesos de licitación y gestión de obra.

1.8.1 Aportes a la empresa

Se describen a continuación los aportes generados a la empresa:

- ✓ Generación de un flujo de trabajo claro y replicable para la estimación de cantidades en futuros proyectos.
- ✓ Fortalecimiento del proceso de validación de cantidades mediante herramientas de revisión y control de información mediante la adopción de tecnologías actuales.
- ✓ Integración del modelo BIM con la base de datos de costos de la empresa mediante la implementación de parámetros como ID de ítem, facilitando la elaboración de presupuestos.
- ✓ Comparación técnica entre metodologías de cuantificación, que permite a la empresa evaluar la viabilidad y beneficios de adoptar herramientas las herramientas en procesos de licitación.

Análisis de la experiencia

1.9 Aprendizajes técnicos

Durante el desarrollo de la práctica, el aprendizaje más significativo fue la integración de la normativa con los procesos constructivos los cuales fueron evidenciados en visitas a campo, se adquirieron aprendizajes relacionados con el cálculo de cantidades de obra en redes hidráulicas y sanitarias, así como en el uso de herramientas como Revit y Excel para la modelación, extracción y análisis de información. También se comprendió la importancia de la correcta estructuración de datos dentro de un modelo BIM y su impacto en la estimación de costos.

1.10 Competencias desarrolladas

Durante el desarrollo de este trabajo se fortalecieron competencias en el uso de herramientas como Revit para el modelado de redes y en la estimación de cantidades de obra mediante metodologías CAD y BIM. Asimismo, se mejoró la capacidad de organizar información, aplicar normativa técnica e interpretar planos. El proceso también permitió desarrollar pensamiento crítico al comparar metodologías, así como mayor autonomía para resolver dificultades técnicas.

1.11 Dificultades desarrolladas

Una de las principales dificultades fue el uso de herramientas BIM en las especialidades de redes pues requirió un proceso adicional de aprendizaje para la correcta creación del modelo, en el ámbito de la información al principio no contaba con una definición de los parámetros lo que dificultó inicialmente la identificación de los elementos para la correlación con las bases de datos de costos de la empresa y la correlación entre metodologías.

1.12 Recomendaciones

Se recomienda a la empresa continuar con la implementación progresiva de herramientas BIM, expandiendo su alcance más allá de la estimación de cantidades hacia todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, estas herramientas poseen un alto potencial para el control de obra. Asimismo, es fundamental establecer capacitación constante para el personal técnico en estas herramientas. Por otro lado, se sugiere incentivar a los aliados comerciales y proveedores en el desarrollo de familias paramétricas de sus productos; esto permitiría integrar información técnica real desde la fase de diseño, alineando los proyectos con las últimas tendencias tecnológicas.

Referencias Bibliográficas

CAMACOL. (2019). BIM KIT: Guía para la adopción BIM en las organizaciones. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>

Pavco Wavin. (2024). Librerías BIM Revit. Recuperado de <https://pavcowavin.com.co/nuevas-librerias-bim-pavco-wavin-colombia>

Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2015). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías Building Information Modeling. *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38), 59–73.

Porras-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O. G., Galvis-Guerra, J. A., Jaimez-Plata, N. A., & Castañeda-Parra, K. M. (2015). Tecnologías Building Information Modeling en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado*, 11(1), 230–249. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>

Silva, R. O. L. (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM [Trabajo de grado, Universidad de Chile]. Universidad de Chile.