



OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES Y SOLUCIÓN DE IMPREVISTOS PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE BAJO LA MODALIDAD BIM

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Mauricio Eduardo Pacheco Vergara

Profesor Guía:

Francisco Omar Lagos Peralta

Fecha:

Septiembre, 2021

Santiago, Chile

*Dedicado a mis padres, por demostrarme que con esfuerzo
las cosas se pueden lograr, por su incesante apoyo y paciencia
durante este proceso.*

*A mis amigos, excompañeros que me apoyaron durante
todo el proceso académico, gracias a sus grandes apoyos
para mejorar mi desempeño personal, profesional y académico
durante estos largos años de pandemia y estallido social.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los profesores a lo largo de la formación dentro de la Universidad Mayor, ya que sin ellos no hubiera sido posible el haber llegado a estas instancias, especialmente al Profesor Francisco Lagos por su apoyo y motivación constante dentro de las aulas así como también fuera de ellas.

También quiero agradecer el constante apoyo por parte de mi familia durante todo el proceso los cuales desde pequeño siempre me inculcaron seguir luchando por las metas que se desean alcanzar siendo perseverantes y que todo esfuerzo trae su recompensa.

A la empresa Vinilit by Aliaxis por facilitarme las documentaciones necesarias para poder finalizar el proceso de titulación, así como también su importante relevancia dentro del mercado de la construcción.

A mis amigos por apoyarme constantemente a seguir luchando y dando mi mayor esfuerzo y mis compañeros de la Universidad Mayor, por el apoyo en alcanzar lo que nos propusimos y el trabajo en equipo durante las etapas del estallido social y pandemia Covid-19.

RESUMEN

Las nuevas tecnologías nos ofrecen herramientas prácticas para realizar una correcta cubicación, con el fin de evitar imprevistos dentro de las obras que van cambiando a medida que se va construyendo y adecuando a la realidad del terreno, adicionalmente permite la optimización de materiales, tuberías, para la conducción de agua potable.

En la actualidad, en la gran mayoría de los proyectos de vivienda, están siendo abordados mediante AutoCAD, cuya herramienta lleva más de 30 años dentro de la industria, dado que llego a reemplazar por completo las planimetrías realizadas a papel y lápiz, sin embargo, con el paso de los años, la industria de la construcción se adapta a los nuevos problemas y necesidades, en donde nos concentraremos en la herramienta Revit bajo la metodología BIM.

El método anteriormente mencionado ya se encuentra en uso en nuestro país, pero sólo ha sido incorporado para los proyectos Gubernamentales y Salud, mientras que los proyectos de vivienda han quedado para una segunda etapa, permitiendo así que sea de uso transitorio.

BIM significa “*Building Information Model*”, como su nombre lo indica nos entrega información relevante sobre el modelo a construir, no es solo una maqueta realizada en 3D, “supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D)”, (rescatado el 10 de mayo del 2021 de la página web BuildingSMART Spain).

En el siguiente documento nos enfocaremos específicamente en la especialidad de la conducción de agua potable dentro de las viviendas, debido a que hoy en día tenemos un problema en las obras con el mal aprovechamiento de las materias primas, ocasionando en muchas oportunidades el sobredimensionar un proyecto con materiales de sobras o simplemente quedar sin materiales producto de una mala cubicación. Aquí es donde la metodología BIM juega un rol muy importante dado a que los planos en AutoCAD (2D), no siempre claros para poder comprender como es un proyecto, en caso contrario con Revit, si es posible ya que nos entrega la información necesaria a base de una maqueta en 3D, apegada 100% a la realidad, con el fin de identificar problemas que podemos tener a futuro en la obra, como por ejemplo intersecciones con otras especialidades, topes con estructuras en donde en ambos casos la solución son por terreno y se tienen que desviar los ramales de agua potable para evitar estos problemas consumiendo más materiales de los que se habían cuantificado desde un inicio.

Es por esto por lo que se realizara un comparativo entre ambos métodos para poder evidenciar los beneficios versus los costes en la implementación de BIM para el desarrollo de un proyecto durante todas las etapas de su desarrollo.

SUMMARY

The new technologies offer us practical tools to carry out a correct cubing, in order to avoid unforeseen events within the works that are changing as they are being built and adapting to the reality of the land, additionally it allows the optimization of materials, pipes, for the conduction of drinking water.

Currently, in the vast majority of housing projects, they are being addressed using AutoCAD, whose tool has been in the industry for more than 30 years, since it completely replaced the plans made with paper and pencil,

However, over the years, the construction industry adapts to new problems and needs, where we will focus on the Revit tool under the BIM methodology.

The aforementioned method is already in use in our country, but it has only been incorporated for Government and Health projects, while housing projects have been left for a second stage, thus allowing it to be of temporary use.

BIM means “Building Information Model”, as its name indicates it gives us relevant information about the model to be built, it is not only a model made in 3D, “it supposes the evolution of traditional design systems based on the plan, since it incorporates geometric (3D), time (4D), cost (5D), environmental (6D) and maintenance (7D) information ”, (retrieved May 10, 2021 from the BuildingSMART Spain website).

In the following document we will focus specifically on the specialty of conducting drinking water inside homes, because today we have a problem in the works with the poor use of raw materials, causing in many opportunities the oversizing of a project with leftover materials or simply run out of materials due to poor cubing. This is where the BIM methodology plays a very important role since the plans in AutoCAD (2D), not always clear to be able to understand what a project is like, otherwise with Revit, if possible since it gives us the necessary information to base of a 3D model, attached 100% to reality, in order to identify problems that we may have in the future in the work, such as intersections with other specialties, stops with structures where in both cases the solution is by land and drinking water branches have to be diverted to avoid these problems by consuming more materials than had been quantified from the beginning.

This is why a comparison between both methods will be carried out in order to show the benefits versus the costs in the implementation of BIM for the development of a project during all stages of its development.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
SUMMARY	6
INTRODUCCIÓN	13
COMIENZOS DEL AUTOCAD	15
COMIENZOS DE REVIT	18
INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA BIM	20
BIM EN CHILE	23
PLANTEAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	25
LEVANTAMIENTO DEL PROYECTO DE VIVIENDA EN SITUACION ORIGINAL EN AUTOCAD	30
LEVANTAMIENTO DEL PROYECTO DE VIVIENDA EN SITUACION PROPUESTA EN REVIT	33
DETECCIÓN DE POSIBLES IMPREVISTOS ENTRE AMBOS METODOS	36
CUBICACIÓN EN SITUACIÓN ORIGINAL CON AUTOCAD	39
CUBICACIÓN EN SITUACIÓN PROPUESTA CON REVIT	41
COMPARATIVO ENTRE AMBAS CUBICACIONES	44

CUANTIFICACIÓN E INVERSIÓN DE HERRAMIENTAS, CAPACITACIÓN Y SOFTWARE PARA LA UTILIZACIÓN DE AMBAS PROPUESTA	51
CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	59
IMPACTO GENERAL DEL PRESUPUESTO ENTRE AMBOS METODOS	61
ANÁLISIS FINAL DEL PROBLEMA Y POSIBLES SOLUCIONES	64
CONCLUSIÓN	68
ANEXOS.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Oficina de Arquitectos y Dibujantes antigua	16
Imagen 2 Oficina de Arquitectos y Dibujantes moderna	16
Imagen 3 Interfaz AutoCAD	17
Imagen 4 Interfaz Revit 2018	19
Imagen 5 Entorno y Ciclo de BIM	22
Imagen 6 Contexto Industria de la Construcción	28
Imagen 7 Situación Original AutoCAD sin depurar	30
Imagen 8 Situación Original en AutoCAD Depurada	32
Imagen 9 Situación Propuesta - Vista de Planta	33
Imagen 10 Ventana de visualización en Revit	34
Imagen 11 Vista 3D e Isométrico en Revit	36
Imagen 12 Imprevisto en Obra Electricidad y Agua Potable	37
Imagen 13 Método de cubicación - Situación Original	39
Imagen 14 Vista Planta - Agua fría y caliente	41
Imagen 15 Isométrico 3D - Agua fría y Caliente	42
Imagen 16 Tabla de cantidades automática BIM	45
Imagen 17 Cotización de Materiales Proveedor Vinilit	47
Imagen 18 Foto Referencial Termofusora Digital PPR	49
Imagen 19 Requisitos de Sistema para AutoCAD	51
Imagen 20 Requisitos de Sistema para Revit	52

Imagen 21 Equipo para AutoCAD.....	53
Imagen 22 Equipo para Revit - BIM.....	53
Imagen 23 Costo Software AutoCAD	54
Imagen 24 Costo Software Revit	54
Imagen 25 Curso AutoCAD Nivel 1 - Detalles	55
Imagen 26 Curso AutoCAD Nivel 2 - Detalles	56
Imagen 27 Curso Revit Nivel 1 - Detalles	57
Imagen 28 Curso Revit Nivel 2 MEP - Detalles.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cubicación Situación Original	44
Tabla 2 Cubicación bajo modalidad BIM	46
Tabla 3 Comparativo de Costos Materiales	48
Tabla 4 Inversión Situación Original AutoCAD.....	59
Tabla 5 Inversión Situación Propuesta BIM Revit	59
Tabla 6 Sueldos Promedios por Profesiones.....	61
Tabla 7 Comparativo de horas hombres	63
Tabla 8 Resumen Final de Costos.....	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Análisis FODA AutoCAD	65
Ilustración 2 Análisis FODA Revit BIM.....	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 0-1 Calculo de horas/hombres	62
Gráfico 0-1 Comparación horas hombres	69
Gráfico 0-2 Comparación Materiales y Fittings	69

INTRODUCCIÓN

La metodología BIM, “*Building Information Model*”, es un método de trabajo que nos presenta la información de la construcción, a partir de una maqueta 3D, ya sea de una vivienda o edificio. Adicionalmente nos define los tipos de materialidades que se necesitarán para la construcción del inmueble, convirtiéndola en una herramienta dinámica y completa. Es un hecho que en el mundo de la planimetría está en constante cambio, siempre de la mano de las nuevas tecnologías, permitiendo que sea más amigable para cualquier lector.

El mundo del BIM llegó definitivamente para quedarse, incluso en la actualidad es un requisito indispensable para proyectos de hospitales y/o gubernamentales en Chile desde el año 2020, con el fin de evidenciar errores frecuentes inherentes a la ejecución de las faenas, repercutiendo positivamente en la programación y administración de esta, así como también en la optimización de recursos de materiales, mano de obra, entre otros. Al ser una herramienta tan completa, y por los motivos anteriormente explicados, no es de dudar que dentro de los próximos años teniendo como plazo tope el año 2025 también será una exigencia dentro de la planificación de las viviendas y edificios de los proyectos privados.

Este documento se enfocará principalmente en el uso del BIM en la conducción de Agua Potable, a partir de un levantamiento de una vivienda, desde las conexiones de los diferentes artefactos dentro de la misma, hasta el arranque domiciliario correspondientes a tuberías y fittings, con aplicaciones en agua caliente y fría, bajo las materialidades de PPR, *“Polipropileno Copolímero Random”*, PVC Hidráulico, *“Policloruro de Vinilo”*, CPVC, *“Policloruro de Vinilo Clorado”*, Polietileno, PEX, *“Polietileno Extruido o Reticulado”* y Cobre. La mejor manera de evidenciar las ventajas del uso de este sistema es a través de una comparativa entre: la forma de trabajo tradicional, AutoCAD, y la nueva metodología de trabajo en BIM, con el uso del software Revit, permitiéndonos ver los costos de implementación, errores en las cubicaciones, aprovechamiento de los materiales y detección de posibles problemas que se puedan encontrar en la obra. Con la realización de este ejercicio, se podrá demostrar cual es la relación “costo-beneficio” entre dinero y optimización de las faenas en las construcciones de viviendas en nuestro país.

COMIENZOS DEL AUTOCAD

Toda persona relacionada con el mundo de la construcción ha tenido algún acercamiento con respecto al software o a lo menos alguna noción de cuál es su función, básicamente AutoCAD es una de las herramientas más utilizadas a nivel mundial desarrollada por la compañía Autodesk en donde el nombre Auto proviene de Autodesk y CAD de Computer-Aided Design, la cual llegó a revolucionar la industria por completo para la confección de planos en 2D y posteriormente 3D, aunque no es muy utilizada la función para los trabajos 3D por lo poco amigable que es para el usuario. No obstante, es una herramienta que se encuentra disponible dentro del AutoCAD, pero no es bien aprovechada por la mayoría de los profesionales.

El software tuvo su primera aparición a nivel internacional en el año 1982, en donde revolucionó considerablemente lo que era la industria en ese momento, reemplazando por completo lo que era el dibujo y diseño a mano alzada, dado que esta nueva herramienta era capaz de entregar un trabajo final mucho más pulcro y con mejores acabados, sin mencionar que a nivel de instalaciones de las oficinas de arquitectura de la época podía reducir considerablemente el espacio de trabajo.

Imagen 1 Oficina de Arquitectos y Dibujantes antigua



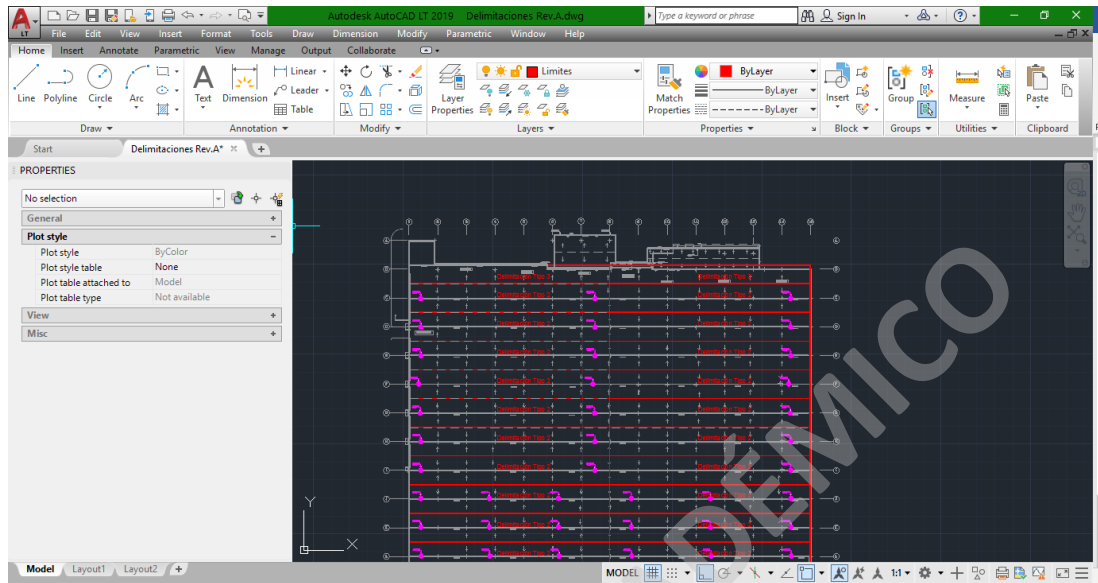
Fuente: ArquIPARADOS (2021). ¿Qué herramientas usaban los arquitectos del siglo pasado?, Recuperado de <https://www.arquiparados.com/t1018-que-herramientas-usaban-los-arquitectos-del-siglo-pasado>

Imagen 2 Oficina de Arquitectos y Dibujantes moderna



Fuente: Arquitecturayempresa (2021). Arquitectura, diseño y mobiliario de oficina Recuperado de <https://arquitecturayempresa.es/noticia/arquitectura-diseno-y-mobiliario-de-oficina>

Imagen 3 Interfaz AutoCAD



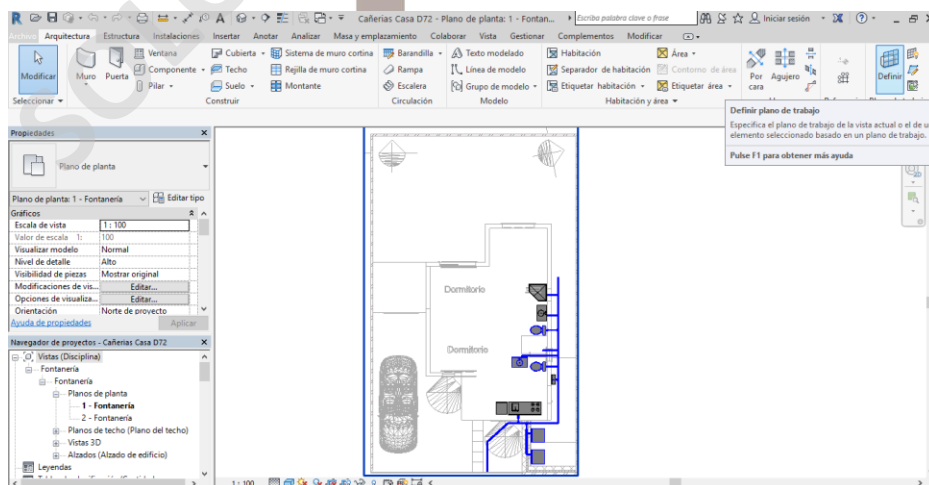
Fuente: Autodesk (2021). Soporte y aprendizaje, Recuperado de <https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/AutoCAD-Core/files/GUID-C5C9380F-5469-4858-B306-B1BFFC19C0A9-htm.html>

COMIENZOS DE REVIT

Como ya se mencionó anteriormente, el programa AutoCAD, fue pionero en los avances del trabajo de planimetría, dejando de lado el lápiz y papel, digitalizando los procesos de dibujo técnico, es por ello que Revit llegó a revolucionar completamente la industria de diseño y modelado dentro de la construcción, siendo uno de los primeros sistemas en su época en ser amigable con el usuario en la aplicación de un apartado de modelamiento 3D, con una interfaz intuitiva y que también reduce tiempos en el proceso de cubicación, en donde con el paso de los años, fue tomando más importancia porque entregaba más información a los usuarios, permitiendo inclusive trabajar bajo la modalidad de “BIM”, sin embargo, en sus inicios se utilizaba de manera complementaria en las oficinas de arquitectura junto a AutoCAD, ya que esta última se empleaba más para las ingenierías y diseños de las distintas especialidades en 2D, si bien esta también posee un apartado con aplicaciones similares en 3D, requiere que el usuario tenga un entrenamiento previo para entender la interfaz, el funcionamiento y los procesos dentro del mismo software, ya que implica el uso de comandos, los cuales van variando de acuerdo al lenguaje del software. La popularidad de Revit también se debe a que este producto es de la misma empresa que trajo a AutoCAD, es decir, “Autodesk”.

Con el paso del tiempo y de la mano de los avances tecnológicos, es recién en el año 2008, en Chile, en donde tuvo su mayor apogeo, porque se impulsa la creación de nuevos puestos de trabajo en Revit, según indica “Congrap”, logrando así, que en el 2012 se incorporaran dentro de la organización de “BIMFORUM”, con el apoyo de diferentes instituciones como por ejemplo: la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Cámara Chilena de la Construcción (CChC), Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), universidades e institutos profesionales. “BIMFORUM” tiene por objetivo ser una entidad que permite que los interesados puedan tener un primer acercamiento hacia esta herramienta, enfocándose principalmente con carreras afines y profesionales del rubro, permitiendo una mejor comprensión de las aplicaciones y capacidades del software por parte de los usuarios, logrando así que estos últimos pudieran observar en primera persona lo provechoso que es la implementación dentro de las obras, además del impacto de costos dentro de los proyectos a lo largo de todas sus etapas las cuales son: anteproyectos, ingeniería, abastecimiento y logística, construcción, puesta en marcha y mantenimiento.

Imagen 4 Interfaz Revit 2018



Fuente: Revit 2018, Elaboración propia

INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA BIM

“BIM” es un acrónimo que viene del inglés “*Building Information Model*”, lo que traducido en español significa: “*Información de modelo de construcción*”, concepto que se mal utiliza, dado que se asocia al hecho de que se trata de sólo un software, cuando por el contrario, este se trata de un método de trabajo que tiene la particularidad que puede ser usado bajo diferentes herramientas informáticas asociadas a la construcción, en donde prima la comunicación entre distintos profesionales entendidos en la materia, permitiendo así la inclusión integral de varias áreas durante todas las etapas del proceso.

Básicamente esta categorizado bajo las siguientes 7 dimensiones de BIM.

- **1D - La Idea o Primeros Pasos:** En esta dimensión se identifica que es lo que se requiere o cual es la necesidad por satisfacer mediante una construcción de manera preliminar.
- **2D – Boceto:** Se establece con que software se realizará el levantamiento mediante el diseño conceptual, definición de las cargas estructurales y energéticas, así como también la programación que tendrá el proyecto.
- **3D – Modelamiento BIM:** Ya que se tiene detectada la necesidad a cubrir se diseña el modelado en 3D dentro de la herramienta escogida, que servirá nuestra base a consultar, ya que nos permitirá seguir trabajando en las siguientes dimensiones. No es sólo una maqueta 3D para visualizar el proyecto, sino que también contiene toda la información anteriormente recopilada en las dimensiones anteriores.

- **4D – Tiempos:** A partir de la proyección y el diseño del proyecto se determinan los tiempos en cada etapa de este, también se realiza una programación general y secuencial de cada fase.
- **5D – Costos:** Se determinan el control de los costos y gastos estimativos dentro del desarrollo del proyecto con el fin de determinar cuál es la rentabilidad real o aproximada que tendrá el desarrollo del proyecto.
- **6D – Sostenibilidad:** En esta dimensión consta de simular las diferentes alternativas posibles dentro del proyecto con el fin de escoger la más optima de todas. Esta fase se realiza antes de la construcción del inmueble.
- **7D – Gestión BIM o Manual de Instrucciones:** En esta etapa final se realiza un manual a seguir durante toda la vida del proyecto el cual incluye operaciones y mantenimientos, demolición y reciclaje o renovación del proyecto.

Imagen 5 Entorno y Ciclo de BIM



Fuente: Arram Consultores (2021). Entorno BIM,
Recuperado de <https://www.aram.net/es/proyectos-en-bim>

BIM EN CHILE

El impacto que generó BIM en sus inicios en Chile fue completamente enfocado a lo que era arquitectura y diseño de especialidades, ya sea estructuras, cálculos, electricidad, agua potable, alcantarillados entre otros, para luego, con el pasar de los años se fuera expandiendo a diferentes disciplinas, como por ejemplo: ingeniería en general, construcción y operaciones de mantenimiento y sustentabilidad, logrando posicionarse como una herramienta mucho más robusta y completa, a como era considerada en sus inicios.

Su primer acercamiento importante en Chile fue específicamente dentro de los proyectos hospitalarios y gubernamentales, en donde se manifestaron las ventajas al momento de implementar BIM en las construcciones, como por ejemplo: la detección temprana de imprevistos en obras, optimización de tiempos de ingeniería y mejor aprovechamiento de materias primas, afectando positivamente al presupuesto destinados a estas obras, teniendo esto en mente, y con el paso del tiempo se transformó en una metodología de trabajo mucho más atractiva para el mercado y entes públicos, ya que reconocen en esta herramienta una oportunidad de inversión, que a la larga paliaría con uno de los grandes problemas en obras, como el sobredimensionamiento y malas cubriciones, además de desperdicio de materiales.

Uno de los últimos hitos es que se establece como fecha tope de implementación de uso de carácter obligatorio para obras del sector público el año 2020 y para el sector privado el año 2025, en donde se exigirá que ambos sectores deberán trabajar bajo la modalidad BIM, considerando tener un lenguaje en común para todas las áreas del rubro de la construcción.

A continuación, se presenta un extracto de la página BIMforum, en donde la reconocen como una herramienta transversal a todos los sectores:

“...Corfo destaca que esta iniciativa no es sólo estatal, ya que también incluye al sector privado y a la academia, siendo ésta última un actor sumamente relevante en la implementación del plan: “Que las mallas estén adquiriendo el conocimiento no sólo asociado a un software, sino que a que los profesionales de la construcción interactúen en todas las áreas. Esto es mucho más que un software”, afirma Carolina Soto, directora ejecutiva Plan BIM Corfo y directora (i) de CTD Corfo...”, (rescatado el 22 de julio del 2021 de la página web BIM Forum Chile.)

PLANTEAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El siguiente proyecto de título tiene como objetivo principal evidenciar cuáles son los beneficios de la implementación del método de trabajo BIM dentro de las construcciones de un inmueble, apuntando a la especialidad de conducción de Agua Potable, realizando una comparación entre el software Revit versus el método tradicional con planos en AutoCAD 2D, este último es uno de los que más se está utilizando en nuestro país, y sin embargo, no nos entrega una información precisa de cuáles son los materiales necesarios para realizar los ramales de conducción del agua a todos los artefactos dentro de la vivienda. Realizando un comparativo entre la situación anteriormente expuesta y otra que se propone bajo la modalidad BIM, la cuál es capaz de entregar una mirada más amplia del proyecto, lo cual hace que sea un sistema que permite obtener beneficios adicionales, dada su amplio nivel de competencia.

Como primer objetivo, se mostrarán cuáles son los costos de implementación de ambos métodos dentro de una obra, y en cómo puede verse afectado el presupuesto, contemplando equipos, la ejecución de software, programación y capacitaciones respectivamente.

El segundo objetivo, es realizar una revisión de ambos métodos, con el fin de evidenciar de manera temprana, los posibles conflictos que pueden suscitar una vez que comiencen las instalaciones, fittings para la conducción de agua potable, ya sea por intersecciones con otra especialidad, tabiques, mal dimensionamiento de los ramales que se necesitan y largos longitudinales producidos por las pendientes, en donde quedará demostrado que esta última información no se puede identificar dentro del método original AutoCAD

Finalmente, y siendo este el último objetivo se mostrará como la implementación del método BIM, es capaz de generar rentabilidad en la industria de las viviendas, ya que permitirá que las constructoras sean capaces de optimizar sus recursos, comprando los materiales necesarios para realizar la conducción de agua potable, con una cubicación mucho más acabada, cercana a la realidad, evitando así adquisiciones posteriores a un precio más elevado y con tiempos de despachos por parte del proveedor que generarían posibles retrasos y/o multas dentro de la obra.

En resumen, podemos dividir los objetivos del presente proyecto de título en:

Objetivo General: Mostrar los beneficios de la implementación del método del trabajo en BIM dentro de las construcciones de un inmueble, dentro de la especialidad de conducción de Agua Potable, realizando una comparación entre el software Revit versus el método tradicional con planos en AutoCAD 2D.

Objetivos específicos:

1. Determinar cuáles son los costos de implementación de ambos métodos dentro de una obra y evaluar cómo puede verse afectado los costos del proyecto.
2. Realizar un análisis comparativo de ambos métodos, con el fin de evidencia de manera temprana los posibles conflictos que pueden suscitar una vez que comiencen las instalaciones de tuberías y fittings para la conducción de agua potable de un proyecto.
3. Mostrar como la implementación del método BIM, es capaz de generar rentabilidad en las industrias de las viviendas, ya que permitirá que las constructoras seas capaces de optimizar los recursos.

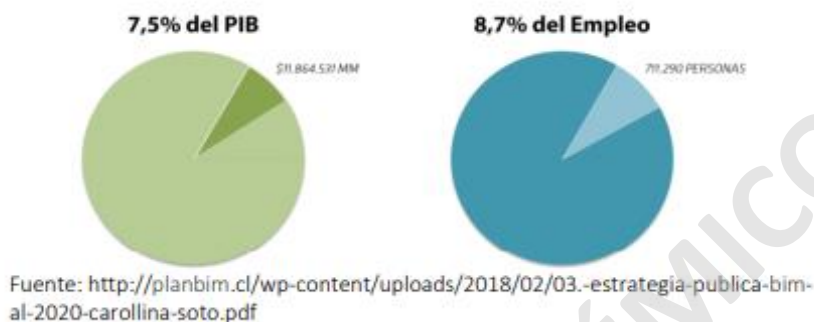
El fin de incrementar la productividad dentro de la industria de la construcción toma una gran importancia en relación del producto interno bruto (PIB), esto se debe a que representa un 7.5% del presupuesto, así como también la gran cantidad de empleos que este genera en todas sus etapas, desde la ingeniería, ejecuciones previas hasta la entrega de las viviendas, siendo representado en este caso por un 8.7% del total de los empleos a nivel nacional. Es por esto, que es de suma importancia el ir perfeccionando o puliendo las diferentes metodologías de trabajo dentro de la construcción porque es un actor importante dentro del PIB del país. En donde cada mejora que se le va realizando a los procesos tendrá una repercusión clara dentro de los presupuestos y rentabilidad de este mismo.

Imagen 6 Contexto Industria de la Construcción

CONTEXTO INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Importancia de la Industria para el País

Construcción representa un 7,5% del PIB y un 8,7% del empleo nacional.



Fuente: PlanBim

Recuperado de: <https://planbim.cl/wp-content/uploads/2018/02/03.-estrategia-publica-bim-al-2020-carolina-soto.pdf>

Adicionalmente, la “Nch353 of 2000”, específicamente en el punto 27.1.4 que menciona que para la cubicación de tuberías se deben considerar para la cubicación por su longitud, es decir por metro y al mismo tiempo considerar que dentro del mercado podemos encontrar las tuberías de diferentes formatos ya sea: en tiras de 1 metro, 3 metros o 6 metros, además de que también se debe indicar el diámetro que corresponda.

Al tener las cantidades totales de metros de tubería por cada diámetro que necesitaremos en las viviendas para realizar el ramal, lo tendremos que pasar al formato comercial o al que compraremos posteriormente.

Para realizar las comparaciones entre las dos formas para llevar a cabo el desarrollo de los proyectos, para el método tradicional en este caso 2D, se considerará el software AutoCAD, y para BIM consideraremos el software Revit.

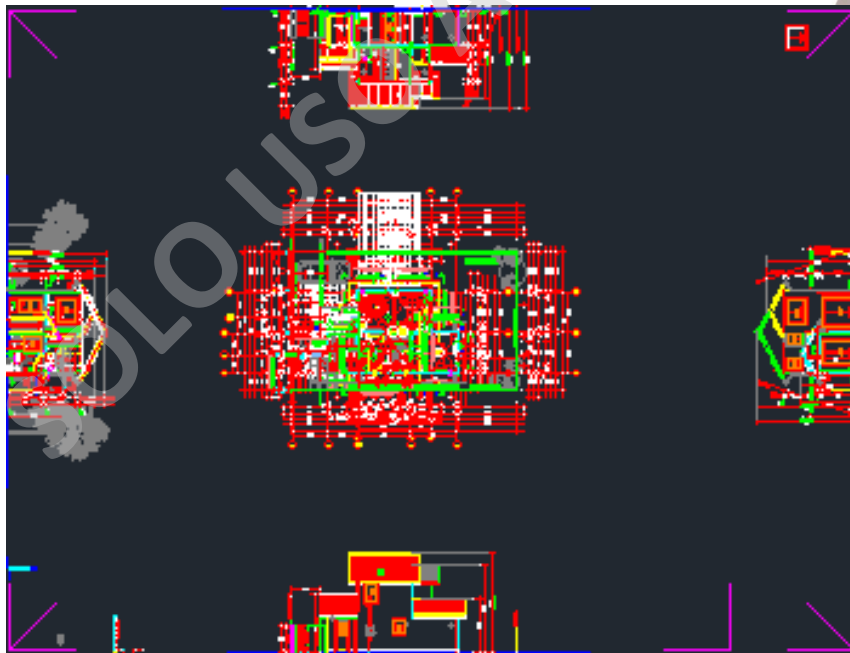
Dentro de una vivienda que es donde nos enfocaremos en este documento, podemos encontrar diferentes diámetros dentro de los más comunes están desde los 20mm a 32mm, así como también en diferentes materialidades como por ejemplo PVC, PPR y PEX, y en formatos de pulgadas de ½” a 1” para las tuberías de CPVC y cobre. Siendo la de cobre la que tiene menor incidencia dentro del mercado.

LEVANTAMIENTO DEL PROYECTO DE VIVIENDA EN SITUACION ORIGINAL EN AUTOCAD

Tal como mencionamos anteriormente, tomaremos como referencia un proyecto habitacional de dos pisos ubicado dentro de la comuna de San Bernardo el cual tiene como equipamiento 3 dormitorios y 2 baños, con una superficie construida de 75.3 m² aproximadamente. Corresponde a un complejo habitacional de 72 viviendas, por lo que las cantidades mencionadas anteriormente deberán ser consideradas y analizadas de manera particular y general.

Unas de las complicaciones con respecto a la situación original planteada en AutoCAD es la poca claridad de los antecedentes, lo cual produce retraso en la interpretación y lectura de los planos.

Imagen 7 Situación Original AutoCAD sin depurar

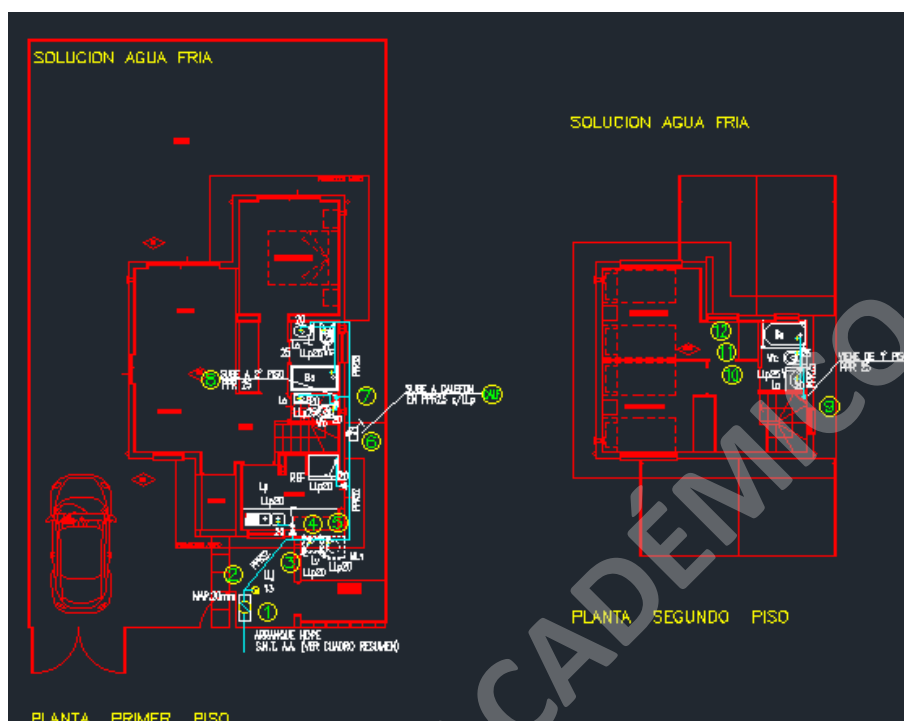


Fuente: AutoCAD LT 2019, Elaboración Propia

En este caso, se identifica la vista en planta del primer y segundo nivel, así como también las diferentes vistas laterales con sus cortes longitudinales, a simple vista es un tanto caótico por la sobrecarga de información debido a que presenta todos estos enfoques en un mismo modelo (model), en la mayoría de los casos esto produce dos aristas, la primera, una sobrecarga dentro del archivo que al tener muchos Layer (lápiz) y bloques afectando sus tiempos de carga y utilización, los cuales son mucho más engorrosos, en un segundo caso, múltiples archivos en AutoCAD conteniendo un archivo vistas de plantas, otro de cortes y finalmente vistas laterales y la especialidad respectiva a considerar para la cubicación, teniendo múltiples archivos para sólo realizar una actividad.

Tal como muestra la imagen anterior, se puede evidenciar fácilmente que la planimetría que llega habitualmente a las oficinas de ingeniería no son las correctas y muchas veces poco entendible, lo cual es ocasionado debido a que no entienden los requisitos de los planos necesarios para poder realizar el levantamiento y cuantificar las cantidades de tuberías y accesorios necesarios para el proyecto o simplemente trabajan en alguna plataforma BIM pero de eso se realizar una importación a AutoCAD sin depurar.

Imagen 8 Situación Original en AutoCAD Depurada



Fuente: AutoCAD LT 2019, Elaboración Propia

En la imagen 8, se encuentra la situación original bajo el software AutoCAD en donde se ha depurado la información y seleccionado los parámetros que se necesitan para realizar una correcta cubicación de las tuberías y accesorios necesarios para el proyecto.

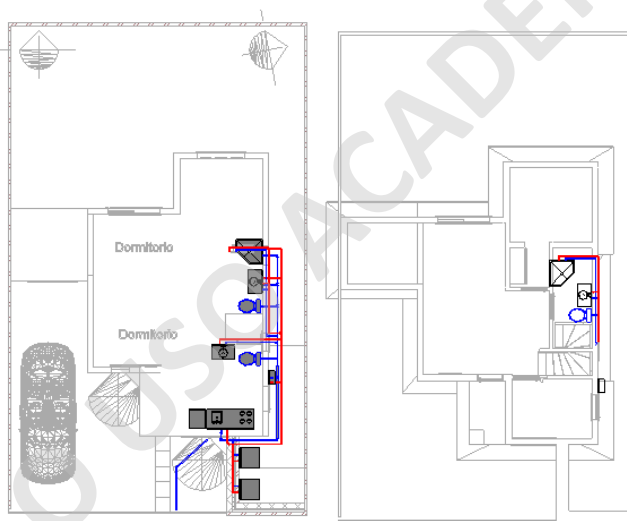
La actividad anteriormente mencionada conlleva costos de hora hombre, ya que tiene que realizar una limpieza completa de los planos entregados por el cliente ya que dentro de las planimetrías se encontraban dentro de las mismas plantas, especialidades de electricidad, alcantarillado, colector y agua potable.

En donde en este caso, solamente nos enfocaremos en conducción de agua potable que se especifica con la materialidad de PPR (Polipropileno Copolímero Random).

LEVANTAMIENTO DEL PROYECTO DE VIVIENDA EN SITUACION PROPUESTA EN REVIT

La situación propuesta corresponderá al mismo proyecto habitacional con la conducción de agua potable fría y caliente que vimos en el caso anterior, pero en esta ocasión estará realizado bajo el software de Revit, en la siguiente imagen se puede evidenciar un primer vistazo general de cómo sería dicha planta.

Imagen 9 Situación Propuesta - Vista de Planta



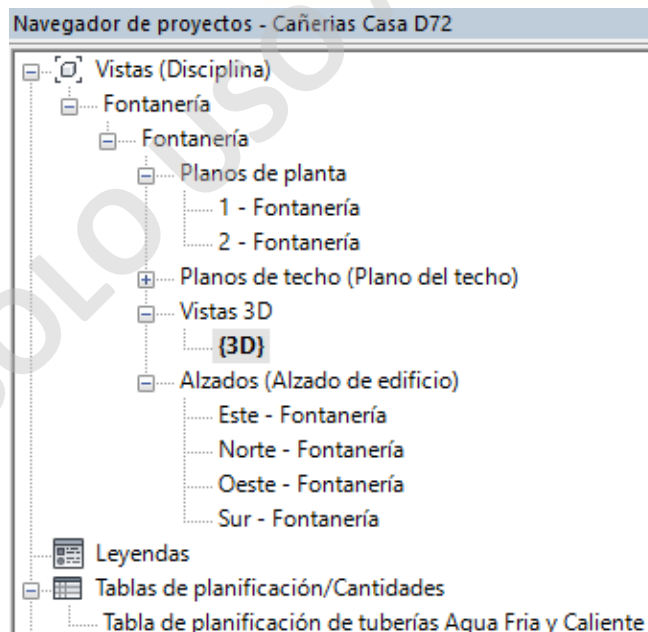
Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

Como se puede observar en la imagen anterior, se puede visualizar de manera mucho más clara desde las vistas en planta, así como también los artefactos sin necesidad de conocer las nomenclaturas o abreviaciones de los artefactos, ofreciendo una ilustración mucho más limpia y sencilla.

También se puede evidenciar de mejor manera por donde pasan las tuberías desde el arranque, conectando todos los artefactos, adicionalmente nos enseña la conexión al calefón con el retorno de agua caliente en donde corresponde, siendo mucho más grafico dado que se ilustra a través de las líneas azules, que corresponden al agua fría, y las líneas rojas, que corresponden al agua caliente.

Una de las grandes ventajas de Revit con respecto a AutoCAD, es que dentro del mismo archivo encontramos las diferentes vistas, de manera una manera mucho más ordenada, sin tener la necesidad de estar creando archivos adicionales.

Imagen 10 Ventana de visualización en Revit



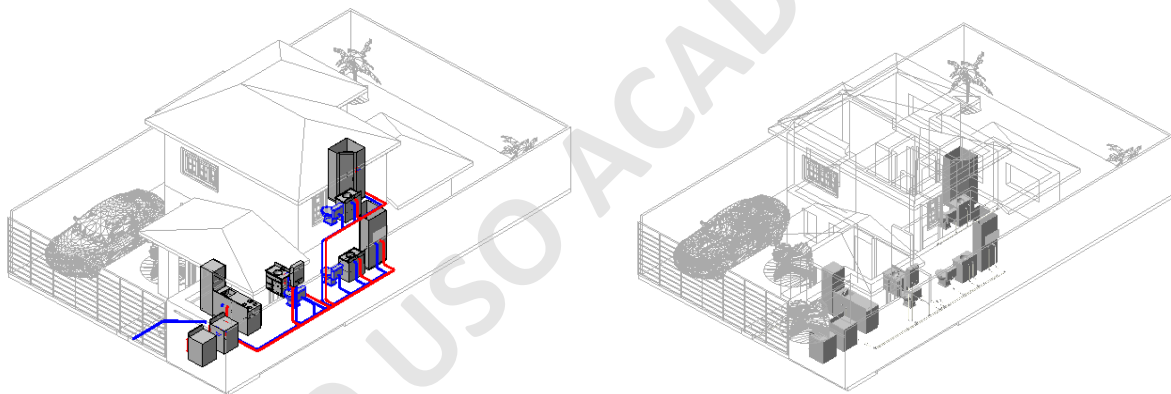
Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

La ventana o navegador que posee Revit nos permite administrar las diferentes vistas de un proyecto a partir de un mismo archivo como por ejemplo las vistas en planta en 2D, cortes y elevaciones (alzados), pero también incluye una vista 3D que lo hace mucho más amigable al momento de representar un proyecto, sin la necesidad de realizar un modelado adicional como en el caso de AutoCAD en donde se tiene que hacer todo manualmente. Esta herramienta para el uso o metodología de trabajo en BIM, es 100% parametrizable en donde en cada modificación que se va realizando se verá reflejada en todas sus vistas en tiempo real.

DETECCIÓN DE POSIBLES IMPREVISTOS ENTRE AMBOS METODOS

Unas de las grandes ventajas del uso de BIM versus la situación original en AutoCAD, es que al tener la opción de poder visualizar en tiempo real el proyecto desde diferentes perspectivas otorga mayor control y conocimiento de la edificación permitiendo en caso de haber otras especialidades como, por ejemplo, electricidad, sanitario, aguas lluvias e implementos de refrigeración tabiques u otros.

Imagen 11 Vista 3D e Isométrico en Revit



Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

En el caso del AutoCAD, al no estar vinculadas las diferentes especialidades dentro del mismo proyecto en caso de que trabajen más de 2 personas, es difícil recabar todas las informaciones y reunir las en un solo proyecto y que además trabajen armónicamente dentro del mismo modelo.

Al suceder estas situaciones ocurren los imprevistos, donde se empiezan a presentar interferencias de tabiquería dentro de la vivienda, lo cual ocasiona un desvío sobre la situación inicialmente planteada en el modelo de CAD, lo cual muchas veces no nos enteramos hasta que estamos en obra o en la última etapa de la cubicación, siendo que esa información se contaba desde el día uno, lo cual provoca un retraso dentro de la etapa de ingeniería.

Imagen 12 Imprevisto en Obra Electricidad y Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia, fotografía sacada en año 2021

Al no existir comunicación entre todas las especialidades, ocurren problemas e imprevistos como los que aparecen en la imagen anterior. En donde claramente no podemos tener unas tuberías de electricidad bajo una tubería de agua potable, ocasionando algún corte o incendio a futuro.

Estos problemas son muy habituales dentro de las construcciones, no son casos aislados, en donde el corregir esto en obra ocasiona un costo mayor tanto de mano de obra, desgastes de herramientas y costos de materiales.

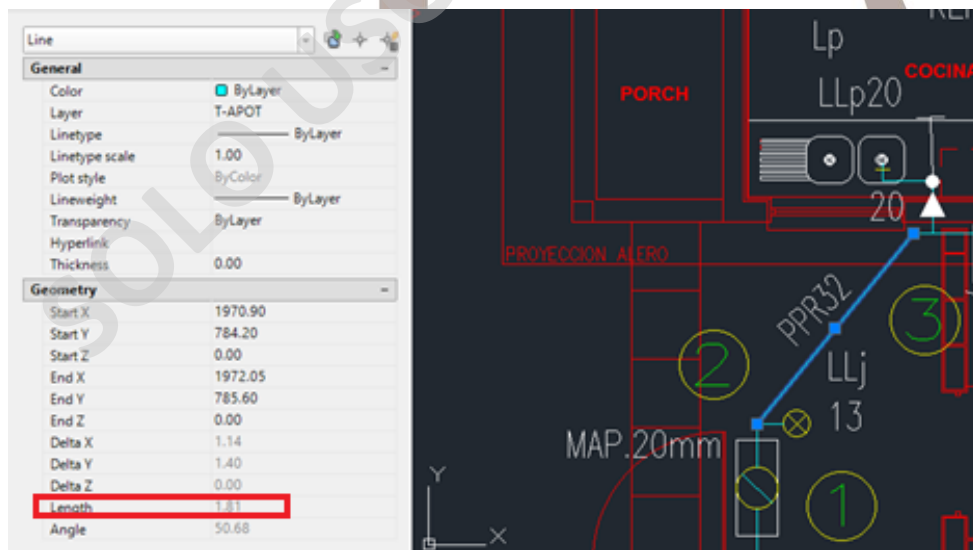
Otro tema también a considerar que no es menor es la sensación de la persona que compro el inmueble en donde tiene que recurrir al servicio post venta de la constructora, quedando con la sensación de insatisfacción y con la duda de que, si tomo la correcta decisión al comprar esa vivienda con la entidad en caso de que sea una reparación “rápida”, porque también en ocasiones llegan hasta las demandas por no detectar estos imprevistos a tiempo durante la etapa de ingeniería.

Esto no quiere decir que BIM llego a solucionarnos la vida, pero si es un hecho que nos ayuda de manera importante a disminuir considerablemente estos problemas, si se aplica de la manera correcta.

CUBICACIÓN EN SITUACIÓN ORIGINAL CON AUTOCAD

La manera para poder realizar una cubicación utilizando como herramienta a AutoCAD, lo primero es ir viendo los planos en donde en ocasiones se indican los largos de los tramos que está teniendo el ramal de tuberías, lo cual lo hace mucho más simple y rápido, pero no se indican siempre los ramales verticales o los ramales horizontales de tramos cortos dado a que se ensucia mucho los planos con demasiada información. La situación anterior es muy recurrente y tiende a haber desaprovechamiento de las tuberías, debido a que los largos que indican los planos siempre son medidas cerradas, ahora igual existen casos en donde no se indican los largos y se tiene que recurrir a estar seleccionando el “layer” correspondiente a la tubería e ir viendo en el menú de propiedades los largos.

Imagen 13 Método de cubicación - Situación Original



Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

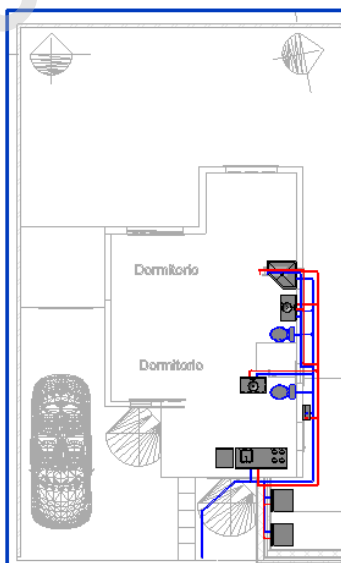
Como se aprecia ver la Imagen 13, se puede apreciar que efectivamente se debe seleccionar la tubería, representada por una línea Tal como dice la norma “*Nch353 of 2000*”, específicamente en el punto 27.1.4, la cubicación a realizar en el caso de las tuberías debe ser considerando los largos longitudinales. En donde para poder llevar un orden de lo que se está realizando, se realiza el levantamiento de manera manual a una hoja de cálculo en Excel u otro software.

SOLO USO ACADÉMICO

CUBICACIÓN EN SITUACIÓN PROPUESTA CON REVIT

Una de las grandes ventajas de Revit utilizando la metodología BIM con respecto a lo que es AutoCAD, es que lo hace mucho más amigable e intuitivo, agilizando de manera significativa el proceso de cubicación de los proyectos, en donde se puede verificar en tiempo real las cantidades o variaciones que el proyecto puede ir sufriendo a lo largo de todas las etapas de ejecución. La herramienta permite que a la vez que se está realizando el modelamiento de las tuberías el programa automáticamente va modelando los conectores o fittings de manera intuitiva, ya sea que se necesite una reducción, conector a los artefactos, codos, TEE, etc., en caso contrario con AutoCAD el levantamiento de los fittings recae 100% en la expertiz de la persona que realiza el modelamiento o el colaborador que realiza la cubicación, dado a que no aparece reflejada en los planos a menos que se haya trabajado de manera previa con un listado en Excel que refleje la cuantificación de estos accesorios.

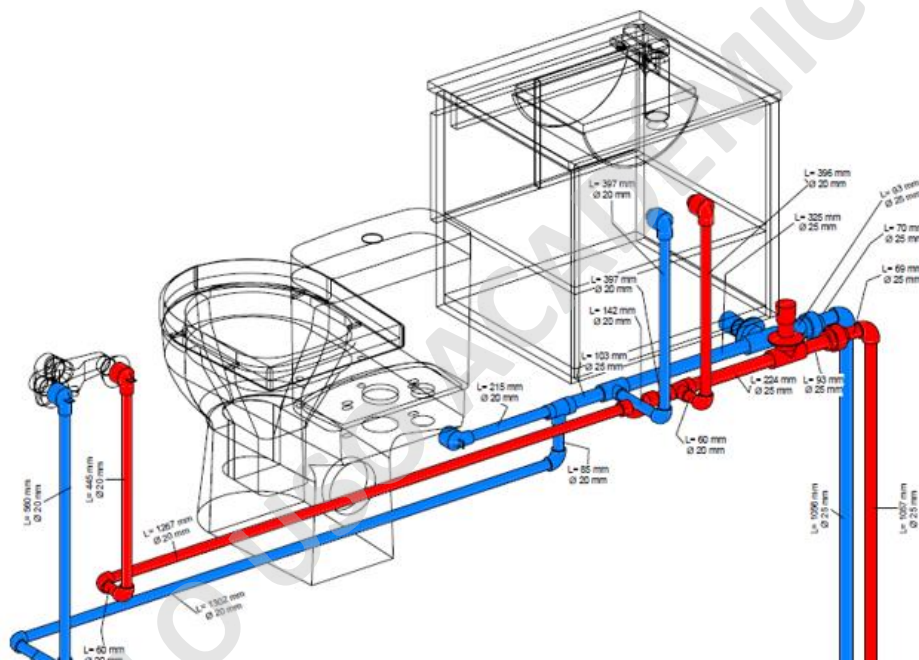
Imagen 14 Vista Planta - Agua fría y caliente



Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

Tal como se muestra ver la Imagen 14, Revit nos permite interactuar tanto con los ramales de agua fría y caliente al mismo tiempo, con el fin de poder optimizar los espacios dentro de la vivienda con la conducción de las tuberías, así como también verificar que no haya ninguna interferencia entre ellas o con alguna otra especialidad o tabiques.

Imagen 15 Isométrico 3D - Agua fría y Caliente



Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

También un buen levantamiento en BIM nos permite poder tener todas las vistas anteriormente mencionadas a partir de una misma base o fuente, sin tener la necesidad de estar generando vistas desde el inicio, adicionalmente como muestra el isométrico en la imagen 15, nos deja ver cómo van las conexiones de manera más exactas versus lo que no podemos ver a partir de un plano en 2D como lo es en AutoCAD.

Para finalizar todas las vistas mencionadas nos sirven para tener una mejor comprensión del proyecto que tenemos, así como también las desviaciones del agua que van sufriendo a lo largo de todo el proyecto.

Una de las grandes ventajas de trabajar en BIM, es que la herramienta Revit nos permite generar de manera automática tablas que nos cuantifican y señalan cuantas son las cantidades de material que requerimos de manera exacta de nuestro proyecto, a partir de nuestro levantamiento realizado bajo la herramienta, las cuales posteriormente se pueden traspasar a un archivo Excel.

COMPARATIVO ENTRE AMBAS CUBICACIONES

Situación Original

Como bien mencionábamos anteriormente, la cubicación como proceso es mucho más lento y manual, en comparación utilizando el método propuesto en BIM, si bien el levantamiento de la cubicación esta correcto no quiere decir exactamente que no se pueda mejorar dado a que va a depender de la expertiz de quien está realizando el trabajo. Otro punto que también es importante de conocer es que al ser un proceso más lento se ve reflejado en más horas hombres para poder realizar el mismo levantamiento, versus lo que puede tardar la herramienta Revit.

Tabla 1 Cubicación Situación Original

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Agua Fría	Caliente	TOTAL
PPR-CT CODO 20-90° SO	27	14	41
PPR-CT CODO 25-90° SO	7	17	24
PPR-CT TAPÓN 20 SO	7	4	11
PPR-CT TAPÓN 25 SO	2	7	9
PPR-CT TEE RED 25-25-20 SO	2	4	6
PPR-CT TEE RED 32-32-25 SO	2	0	2
PPR-CT TEE RED 32-32-20 SO	3	0	3
PPR-CT TEE 20 SO	2	2	4
PPR-CT TEE 25 SO	4	8	12
PPR-CT TEE 32 SO	1	0	1
PPR-CT CODO 20-1/2 90° HE MET	5	4	9
PPR-CT CODO 20-1/2 90° HI MET	6	1	7
PPR-CT CODO 25-3/4 90° HE MET	3	2	5
PPR-CT CODO 25-3/4 90° HI MET	2	5	7
PPR-CT VALV CIERRE CROM 20 SO	2	2	4
PPR-CT VALV CIERRE CROM 25 SO	2	2	4
PPR-CT COPLA RED 25-20 SO	6	3	9
PPR-CT COPLA RED 32-25 SO	2	0	2
PPR-CT CODO 32-45° SO	2	0	2
PPR-CT ADAPT 25-3/4 SO-HI MET	1	1	2
PPR-CT ADAPT 32-1 SO-HI MET	1	0	1
PPR-CT CODO 32-90° SO	1	0	1
TUBO PPR-CT 20X6000 PN16 VE	3	3	6
TUBO PPR-CT 25X6000 PN16 VE	6	4	10
TUBO PPR-CT 32X6000 PN16 VE	2	0	2
PPR-CT COPLA 20 SO	3	3	6
PPR-CT COPLA 25 SO	6	4	10
PPR-CT COPLA 32 SO	2	0	2

Fuente: Excel, Elaboración Propia

Situación Propuesta

En caso contrario la herramienta Revit nos permite generar tablas de manera automática a partir del modelo realizado de manera previa, lo cual permite agilizar completamente el proceso sin necesidad de estar realizando la cubicación desde 0.

Otra ventaja que también posee el trabajar bajo la modalidad de BIM es que los largos que entrega de cada tubería tanto de Agua Caliente como de Agua Fría son los largos reales por utilizar en terreno y no la medida redondeada como lo muestra en el caso anteriormente expuesto en AutoCAD ver la Imagen 8.

Imagen 16 Tabla de cantidades automática BIM

<Tabla de planificación de tuberías Agua Fría y Caliente>					
A	B	C	D	E	F
Clasificación de sistema	Diámetro	Familia y tipo	Flujo	Longitud	Pérdida de carga
Agua fría doméstica	32.0 mm	Tipos de tubería:	0.0 L/s	1359	0.0 Pa
Agua fría doméstica	32.0 mm	Tipos de tubería:	0.0 L/s	1252	0.0 Pa
Agua fría doméstica	32.0 mm	Tipos de tubería:	2.2 L/s	1375	1989.0 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.0 L/s	126	0.0 Pa
Agua fría doméstica	25.0 mm	Tipos de tubería:	0.0 L/s	1422	0.0 Pa
Agua fría doméstica	25.0 mm	Tipos de tubería:	0.0 L/s	74	0.0 Pa
Agua fría doméstica	32.0 mm	Tipos de tubería:	2.2 L/s	320	463.0 Pa
Agua fría doméstica	32.0 mm	Tipos de tubería:	2.2 L/s	1969	2849.0 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	514	1966.9 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	344	1316.0 Pa
Agua fría doméstica	25.0 mm	Tipos de tubería:	2.2 L/s	179	971.7 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	369	1413.4 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	25	97.3 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	376	1441.0 Pa
Agua fría doméstica	25.0 mm	Tipos de tubería:	1.5 L/s	903	2403.2 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	302	1158.0 Pa
Agua fría doméstica	20.0 mm	Tipos de tubería:	0.9 L/s	25	97.3 Pa

Fuente: Revit 2018, Elaboración Propia

Tal como indica la imagen anterior ver Imagen 16, se deja en evidencia los diámetros a utilizar dentro del proyecto de manera ordenada, con las medidas exactas, así como también bajo que uso estará sometida, ya sea agua caliente o fría. En donde con estas mismas cantidades nos permite la herramienta exportarlo a un Excel para posteriormente poder realizar la homologación de acuerdo con los largos que podemos encontrar en el mercado de retail o mercado especialista de manera directo con los fabricantes.

Tabla 2 Cubicación bajo modalidad BIM

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Agua Fría	Caliente	TOTAL
PPR-CT CODO 20-90° SO	23	12	35
PPR-CT CODO 25-90° SO	6	14	20
PPR-CT TAPÓN 20 SO	4	2	6
PPR-CT TAPÓN 25 SO	1	3	4
PPR-CT TEE RED 25-25-20 SO	2	3	5
PPR-CT TEE RED 32-32-25 SO	2	0	2
PPR-CT TEE RED 32-32-20 SO	2	0	2
PPR-CT TEE 20 SO	2	2	4
PPR-CT TEE 25 SO	4	8	12
PPR-CT TEE 32 SO	1	0	1
PPR-CT CODO 20-1/2 90° HE MET	5	4	9
PPR-CT CODO 20-1/2 90° HI MET	6	1	7
PPR-CT CODO 25-3/4 90° HE MET	3	2	5
PPR-CT CODO 25-3/4 90° HI MET	2	5	7
PPR-CT VALV CIERRE CROM 20 SO	2	2	4
PPR-CT VALV CIERRE CROM 25 SO	2	2	4
PPR-CT COPLA RED 25-20 SO	4	2	6
PPR-CT COPLA RED 32-25 SO	2	0	2
PPR-CT CODO 32-45° SO	2	0	2
PPR-CT ADAPT 25-3/4 SO-HI MET	1	1	2
PPR-CT ADAPT 32-1 SO-HI MET	1	0	1
PPR-CT CODO 32-90° SO	1	0	1
TUBO PPR-CT 20X6000 PN16 VE	3	3	6
TUBO PPR-CT 25X6000 PN16 VE	6	4	10
TUBO PPR-CT 32X6000 PN16 VE	2	0	2
PPR-CT COPLA 20 SO	3	3	6
PPR-CT COPLA 25 SO	6	4	10
PPR-CT COPLA 32 SO	2	0	2

Fuente: Excel, Elaboración Propia

De acuerdo con las cantidades que se estaban considerando en la cubicación desde el inicio con la situación trabajada con la herramienta de AutoCAD se logra un mejor aprovechamiento de los materiales utilizando la metodología BIM utilizando la herramienta Revit lo cual produce una reducción de materiales de un 12% logrando un mejor desempeño a como se estaban realizando las cubicaciones con el método anterior o situación original.

Imagen 17 Cotización de Materiales Proveedor Vinilit

VINILIT S.A.
 Rut. 87.006.000-9
 Av. Jorge Alessandri R. 10900
 San Bernardo, Santiago, CHILE
 Tel. 56 225924000
 www.vinilit.cl

COTIZACIÓN No 4000579898



Rut:	77103049-1	Fecha:	13.08.2021	Hora:	13:40:36
Señor (es)	Construcciones FPV S.A	Vendedor:	CARMEN CONTRERAS ORELLANA		
Dirección:	-	Mail Vend:	CCONTRERASO@ALIAxis-LA.COM		
Comuna:	-	Teléfono:	+56225924085		
Ciudad:	-	Celular:	+56		
Nombre Contacto	MAURICIO PACHECO	Moneda:	CLP		
Mail Contacto	-	Forma Pago:	Vía Distribuidor		

Pos	Código	Cantidad	Unid. por Empaque	Descripción	Precio Lista	%DCTO	Precio Neto Unitario	Precio Neto Total
0010	9058386*	35.00	0	PPR-CT BETA CODO 20-90° SO	826.00	0.00	826.00	28,910.00
0020	9058396*	20.00	0	PPR-CT BETA CODO 25-90° SO	972.00	0.00	972.00	19,440.00
0030	9058465*	6.00	0	PPR-CT BETA TAPON 20 SO	1,409.00	0.00	1,409.00	8,454.00
0040	9058514*	4.00	0	PPR-CT BETA TAPON 25 SO	1,750.00	0.00	1,750.00	7,000.00
0050	9058603*	5.00	0	PPR-CT BETA TEE RED 25-25-20 SO	2,189.00	0.00	2,189.00	10,945.00
0060	9058605*	2.00	0	PPR-CT BETA TEE RED 32-25-32 SO	2,189.00	0.00	2,189.00	4,378.00
0070	9058604*	2.00	0	PPR-CT BETA TEE RED 32-20-32 SO	2,189.00	0.00	2,189.00	4,378.00
0080	9058525*	4.00	0	PPR-CT BETA TEE 20 SO	923.00	0.00	923.00	3,692.00
0090	9058527*	12.00	0	PPR-CT BETA TEE 25 SO	1,215.00	0.00	1,215.00	14,580.00
0100	9058529*	1.00	0	PPR-CT BETA TEE 32 SO	1,703.00	0.00	1,703.00	1,703.00
0110	9058380*	9.00	0	PPR-CT BETA CODO 20-1/2 90° HE MET	7,200.00	0.00	7,200.00	64,800.00
0120	9058381*	7.00	0	PPR-CT BETA CODO 20-1/2 90° HI MET	6,519.00	0.00	6,519.00	45,633.00
0130	9058392*	5.00	0	PPR-CT BETA CODO 25-3/4 90° HE MET	10,562.00	0.00	10,562.00	52,810.00
0140	9058393*	7.00	0	PPR-CT BETA CODO 25-3/4 90° HI MET	9,441.00	0.00	9,441.00	66,087.00
0150	9058474*	4.00	0	PPR-CT BETA VALV CIERRE CROM 20 SO	36,212.00	0.00	36,212.00	144,848.00
0160	9058475*	4.00	0	PPR-CT BETA VALV CIERRE CROM 25 SO	36,212.00	0.00	36,212.00	144,848.00
0170	9058546*	6.00	0	PPR-CT BETA COPLA RED 25-20 SO	826.00	0.00	826.00	4,956.00
0180	9058548*	2.00	0	PPR-CT BETA COPLA RED 32-25 SO	923.00	0.00	923.00	1,846.00
0190	9058402*	2.00	0	PPR-CT BETA CODO 32-45° SO	1,215.00	0.00	1,215.00	2,430.00
0200	9058355*	2.00	0	PPR-CT BETA ADAPT 25-3/4 SO-HI MET	9,880.00	0.00	9,880.00	19,760.00
0210	9058357*	1.00	0	PPR-CT BETA ADAPT 32-1 SO-HI MET	14,163.00	0.00	14,163.00	14,163.00
0220	9058404*	1.00	0	PPR-CT BETA CODO 32-90° SO	1,313.00	0.00	1,313.00	1,313.00

Fuente: PDF cotización, Proveedor Vinilit

Para también tener otro comparativo entre los ambos métodos es que se toma la decisión de solicitar una cotización de los materiales necesarios para la conducción de agua potable al distribuidor Vinilit, con el fin de poder identificar adicionalmente el impacto monetario en la compra de los insumos realizados entre los dos métodos.

Tabla 3 Comparativo de Costos Materiales

Situación	Total por Casa	Total por Proyecto (80 viviendas)
Situación Original (AutoCAD)	\$1.010.023	\$80.801.840
Situación Propuesta (BIM - Revit)	\$978.528	\$78.282.240
Diferencia en Pesos	\$31.495	\$2.519.600
Diferencia porcentual	3,12%	

Fuente: Excel, Elaboración Propia

Si bien los costos por vivienda son elevados, esto es debido a que se está considerando y especificando para la conducción de agua potable PPR-BETA. Ya que se trata un producto de especificación y no un producto “commodity” que se puede encontrar en el retail como lo es el caso del PVC hidráulico o PPR normal PN16 o PN20 que se pueden encontrar en cualquier tienda o ferretería.

Si bien el porcentaje de reducción de las cantidades de materiales es mayor, como es el caso expuesto logrando una disminución de un 3%, en el caso de los costos es diferente y menor, realizando el análisis correspondiente a las dos cubicaciones en ambos métodos se puede evidenciar que se logra una reducción a favor de la propuesta utilizando el sistema de trabajo BIM de un 3%, lo que significa que aproximadamente se logra una diferencia por vivienda de \$31.495.-.

Si bien en una casa este costo no puede ser muy significativo o llamativo, pero si lo llevamos al levantamiento del proyecto habitacional, el cual contempla la construcción de 80 viviendas de iguales características la brecha que existe entre las dos propuestas se va tornando más llamativa, logrando una diferencia de \$2.519.600., lo cual afecta de manera significativa el presupuesto contemplado para la obra y la especialidad de conducción de agua potable.

A la lista de materiales mencionadas anteriormente, para ambos casos también se le debe considerar el costo de la máquina termofusora la cual se utilizará para realizar los ramales entre las tuberías de PPR y los fittings para una posterior conexión a los artefactos de la vivienda.

Imagen 18 Foto Referencial Termofusora Digital PPR

Set termofusora digital 600W FTD 20-40LA Koalition



Marca	Koalition
Modelo	FTD 20-40LA
Tipo	Termofusora
Contenido	1 Termofusora
Potencia	600W
Voltaje	220V
Frecuencia	50/60 Hz
Tipo de panel	Digital, 20 - 32 mm
Uso	Uniones de polipropileno por Termofusión
Uso recomendado	Ideal para trabajos menores de termofusión con panel digital
Temperatura	Fija (programable)

[Ver más](#)

Tubería, uniones y accesorios para canalización. Lo mejor en plomería y gasfitería lo encuentras en Easy.cl

SKU:1165451P

Internet: \$99.990

Cantidad: [Agregar](#)

[Revisa la disponibilidad de despacho y retiro en tienda](#) [Aceptar](#)

RM Región Metropolitana

Alhue

VALOR DE TU CUOTA CON TARJETA CENCOSUD

Fuente: Easy (2021). Tienda Online. Recuperado de <https://www.easy.cl/tienda/producto/set-termofusora-digital-600w-ftd-20-40la-koalition-1165451p>

Otro factor importante por considerar es que en el caso de existir alguna incongruencia entre el plano 2D en AutoCAD con la situación original versus la realidad en terreno se deberá solucionar los imprevistos comprando materiales a un precio más elevado al que se compró inicialmente con el distribuidor.

SOLO USO ACADÉMICO

CUANTIFICACIÓN E INVERSIÓN DE HERRAMIENTAS, CAPACITACIÓN Y SOFTWARE PARA LA UTILIZACIÓN DE AMBAS PROPUESTA

Para poder realizar un análisis y tener un total de los costos de implementación también es necesario revisar cuales son las herramientas y que especificaciones necesitan para hacer funcionar sin problemas los softwares antes mencionados, que para este análisis son los de AutoCAD y Revit. Así como también las capacitaciones necesarias para el especificador hidráulico o cubicador de la especialidad para poder realizar el levantamiento necesario. Lo primero que debemos saber es cuales son las especificaciones técnicas que deberá tener el equipo o computador para hacer funcionar el software.

Imagen 19 Requisitos de Sistema para AutoCAD

Requisitos del sistema para AutoCAD 2022, incluidos conjuntos de herramientas especializados (Windows)	
Sistema operativo	Microsoft® Windows® 10, de 64 bits. Consulte Ciclo de vida de soporte técnico de productos de Autodesk para obtener información de soporte.
Procesador	Básico : procesador de 2,5 a 2,9 GHz Recomendado : procesador de más de 3 GHz
Memoria	Básico : 8 GB Recomendado : 16 GB
Resolución de pantalla	Pantallas convencionales: 1920 x 1080 con color verdadero de alta resolución y pantallas 4K: Resoluciones de hasta 3840 x 2160 compatibles con Windows 10 (con tarjeta de visualización compatible)
Tarjeta gráfica	Básico : GPU de 1 GB con ancho de banda de 29 GB / sy compatible con DirectX 11 Recomendado : GPU de 4 GB con ancho de banda de 106 GB / sy compatible con DirectX 12
Espacio del disco	10,0 GB
Red	Consulte Autodesk Network License Manager para Windows
Dispositivo señalador	Compatible con MS-Mouse
.NET Framework	.NET Framework versión 4.8 o posterior

Fuente: Autodesk – AutoCAD 2022 (2021). Website Autodesk. Recuperado de <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/system-requirements-for-AutoCAD-2022-including-Specialized-Toolsets.html>

Imagen 20 Requisitos de Sistema para Revit

Revit® 2022	
Rentabilidad: equilibrio entre precio y rendimiento	
Sistema operativo ¹	Versión de 64 bits de Microsoft® Windows® 10. Para obtener información de soporte, consulte la política de Ciclo de vida de soporte de productos de Autodesk.
Tipo de CPU	Procesador Intel® Xeon® i-Series o AMD® equivalente. 2,5 GHz o superior. Se recomienda una CPU con la máxima velocidad en GHz. Los productos de software de Autodesk® Revit® utilizan varios núcleos para muchas tareas.
Memoria	16 GB de RAM - Normalmente es suficiente para una sesión de edición estándar, con un solo modelo de hasta aproximadamente 300 MB en el disco. Este cálculo está basado en pruebas internas e informes de clientes. Cada modelo cuenta con un uso de recursos del equipo y características de rendimiento diferentes. - Los modelos creados en versiones anteriores de los productos de software de Revit pueden requerir más memoria disponible para el proceso único de actualización a la versión nueva.
Resoluciones de video	Mínimo: 1680 x 1050 con color verdadero Máximo: Pantalla de ultra alta definición (4K)
Adaptador de video	Tarjeta gráfica compatible con DirectX 11 con Shader Model 5 y 4 GB de memoria de video como mínimo
Espacio en disco	30 GB de espacio libre en disco
Dispositivo señalador	Dispositivo compatible con ratón de Microsoft® 3Dconnexion
.NET Framework	.NET Framework, versión 4.8 o posterior.
Explorador	Microsoft Internet Explorer 10 o superior
Conectividad	Conexión a Internet para registro de licencia y descarga de componentes obligatorios

Fuente: Autodesk – Revit 2022 (2021). Website Autodesk. Recuperado de <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/System-requirements-for-Autodesk-Revit-2022-products.html>

Ya que tenemos identificados los requerimientos de sistema para el correcto funcionamiento de los softwares, claramente se evidencia que el software Revit – BIM requiere mayores prestaciones en comparación a AutoCAD, y esto es debido básicamente a que posee más funciones lo cual lo hace un software más robusto en caso contrario tenemos AutoCAD en la situación original el cual es un software ligero que no requiere tantas prestaciones de la herramienta para su funcionamiento, así como también posee menos funciones que Revit.

Imagen 21 Equipo para AutoCAD

TODAS LAS IMÁGENES PUBLICADAS EN EL SITIO WEB SON REFERENCIALES



hp
Notebook HP ZBook 15v G5, i5-9300H, Ram 16GB, HDD 1TB, Led 15.6" FHD, Nvidia Quadro P600, W10 Pro

Número de Parte: 285R0LS#ABM
Marca: HP
Código: NA0000053062
Precios: IVA Incluido

3 A 12 CUOTAS SIN INTERÉS.
Obtén este Beneficio Pagando con tus Tarjetas Santander

★★★★★ 41 (33 opiniones)

f t g+

DISPONIBILIDAD

 **No Disponible**

\$1.110.850
Efectivo, Transferencia, Depósito Bancario

\$1.149.730
Webpay, T. Débito/Crédito, OC 30 días

CORREO ELECTRÓNICO

Suscribir

Ingresar tu correo para recibir actualizaciones de stock

Fuente: SP Digital (2021). Website. Recuperado de <https://www.spdigital.cl/products/view/80409>

Imagen 22 Equipo para Revit - BIM

TODAS LAS IMÁGENES PUBLICADAS EN EL SITIO WEB SON REFERENCIALES



hp
Workstation HP ZBook 15v G5, i7-8750H, Ram 16GB, HDD 1TB+SSD 256GB, P600-4GB, 15.6", W10 Pro

Número de Parte: 4TE83LA#ABM
Marca: HP
Código: NA0000034973
Precios: IVA Incluido

3 A 12 CUOTAS SIN INTERÉS.
Obtén este Beneficio Pagando con tus Tarjetas Santander

★★★★★ 41 (33 opiniones)

f t g+

DISPONIBILIDAD

 **No Disponible**

\$1.600.210
Efectivo, Transferencia, Depósito Bancario

\$1.656.220
Webpay, T. Débito/Crédito, OC 30 días

CORREO ELECTRÓNICO

Suscribir

Ingresar tu correo para recibir actualizaciones de stock

Fuente: SP Digital (2021). Website. Recuperado de <https://www.spdigital.cl/products/view/64054>

Dado a que Revit necesita un equipo con mayores prestaciones, también su valor será mayor en comparación al equipo necesario para AutoCAD. Como dato adicional al tener un equipo con mayor potencia puede hacer funcionar ambos softwares sin ninguna dificultad, pero no en caso contrario, lo cual es un punto para tener en consideración al momento de la compra de ellos ya que en muchas oficinas de ingenierías aún se trabaja con ambos softwares de manera paralelas.

Imagen 23 Costo Software AutoCAD



AUTOCAD
Software CAD con automatización del diseño, conjuntos de herramientas y aplicaciones web y para dispositivos móviles

Descargar versión de prueba gratuita

Comprar AutoCAD

OPCIONES

3.651.153 CLP /pagado cada 3 años	Mejor oferta
1.351.574 CLP /pagado anualmente	
167.519 CLP /pagado mensualmente	

MONEDA: CLP

TOTAL: 1.351.574 CLP /por año
Ahorro de 33% en comparación con el precio mensual

AÑADIR AL CARRITO

Garantía de devolución del dinero dentro de los 30 días en planes anuales

Fuente: Autodesk – AutoCAD 2022 (2021). Website Autodesk. Recuperado <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>

Imagen 24 Costo Software Revit



REVIT
Software BIM multidisciplinario para diseños coordinados de mayor calidad

Descargar versión de prueba gratuita

Comprar Revit

OPCIONES

5.231.162 CLP /pagado cada 3 años	Mejor oferta
1.937.890 CLP /pagado anualmente	
243.664 CLP /pagado mensualmente	

MONEDA: CLP

TOTAL: 1.937.890 CLP /por año
Ahorro de 34% en comparación con el precio mensual

AÑADIR AL CARRITO

Garantía de devolución del dinero dentro de los 30 días en planes anuales

Fuente: Autodesk – Revit 2022 (2021). Website Autodesk. Recuperado <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview>

Anteriormente como menciona Geofumadas, “Autodesk ha anunciado que desde el año 2015 se dejaran de comprar las licencias perpetuas”, por ende, tal como indica las imágenes 23 y 24, el precio mencionado corresponde a la licencia temporal por 1 año. En el caso de AutoCAD tiene un costo anual de \$1.351.574CLP y para Revit \$1.937.890CLP. Teniendo como conclusión que Revit al ser un software más completo tiene un valor más elevado en comparación a AutoCAD.

Imagen 25 Curso AutoCAD Nivel 1 - Detalles



Diseñe todos los detalles con AutoCAD

Elabore dibujos detallados más precisos en menos tiempo con el software de diseño más confiable del mundo. Con AutoCAD podrás elaborar diseños con un alto nivel de exactitud y precisión, orientado para generar planos técnicos arquitectónicos, estructurales y mecánicos.

En el curso el participante será capaz de crear formas y generar diseños complejos con todas las herramientas básicas que AutoCAD posee, con precisión y confiabilidad, suministrando información técnica de diseño con claridad, al utilizar los estándares actuales de la industria.

¿A quién está dirigido?
El curso está orientado a Dibujantes, Proyectistas, Diseñadores Industriales e Ingenieros que requieran realizar planos y diseños 2D.

Duración
30 Horas cronológicas (de 60 min. c/u)

Materiales a recibir
Certificado digital de asistencia y evaluación respaldado por CDC Academia Limitada, Autodesk Training Center.

Requisitos
Conocimientos básicos de Dibujo Técnico y Usuario de Windows

Metodología
Un computador por participante, Sesiones Técnico - Prácticas, Atención personalizada.

Contenido

- Introducción y Objetivos de AutoCAD
- Conocer Interfaz gráfica de AutoCAD
- Reconocer Sistemas de Coordenadas
- Rectangulares y Polares
- Usar Comandos de Dibujo
- Modificar Dibujos y Geometrias
- Crear y Usar Capas (Layers)
- Crear y Usar Bloques (Blocks)
- Generar Layouts & Viewports
- Dimensionar Geometría y Dibujos
- Imprimir planos y dibujos

Sence
"Actividad de capacitación autorizada por el SENCE para los efectos de la franquicia tributaria de capacitación, no conducente al otorgamiento de un título o grado académico"

Código: 1237942567
Nombre Sence: Técnicas de Dibujo en 2D con Autocad

Para iniciar los cursos en la fecha estipulada necesitamos contar con un mínimo de 6 alumnos, de no contar con el quórum, CDC

Academia se reserva el derecho de postergar el inicio del curso.

Información Comercial
Matrícula: Consultar
Arancel: Consultar

Formas de pago

Matrícula:
Deposito y/o transferencia electrónica
Arancel:

- Contado (cheque al día, depósito y/ o transferencia) 5% de descuento anual.
- 10% de Descuento para exalumnos (con cualquier forma de pago).
- Orden de compra con pago máximo a 30 días.
- Pagos por medio de OTIC consultar condiciones.
- Por pago con 2 cheques (al día y 30 días)
- Tarjeta de crédito hasta 3 cuotas sin interés. (Pago presencial)

Horario
Consultar



Teléfono +56 (2) 2335 4101 | E-mail academia@computerdesign.cl | www.cdcacademia.net

Fuente: Curso AutoCAD Nivel 1 (2021). CDC Academia. Recuperado de <https://cdcacademia.cl/academia/cursos/curso-autodesk-autocad-2d-nivel-i/>

Imagen 26 Curso AutoCAD Nivel 2 - Detalles



Diseña todos los detalles con AutoCAD

En el curso AutoCAD 2D Nivel II profundizarás técnicas avanzadas para un eficiente uso de AutoCAD. Además, aprenderás a acelerar el proceso de diseño, manejar múltiples documentos enlazados, administrar impresiones, conocer la interoperabilidad entre proyectos, enlazar AutoCAD con Excel, crear y personalizar bloques dinámicos y administrar el contenido visual de anotaciones en tu proyecto.

¿A quién está dirigido?

Dibujantes, Projectistas, Diseñadores, Arquitectos, Ingenieros mecánicos, civiles, agrónomos, geólogos y todas las personas que estén relacionadas con el diseño proyectual y técnico.

Duración

30 Horas cronológicas (de 60 min. c/u)

Materiales a recibir

Certificado digital de asistencia y evaluación respaldado por CDC Academia Limitada, Autodesk Training Center.

Requisitos

Haber cursado Autocad 2D Nivel I
Conocimientos generales en Windows y dibujo técnico

Metodología

Un computador por participante, Sesiones Teórico - Prácticas, Atención personalizada.

Contenido

- Uso de las configuraciones de sistema
- Introducción a la personalización de AutoCAD
- Personalizando la interfaz de usuario
- Generación de macros y rutinas personalizadas
- Aplicando objetos de texto avanzado
- Trabajo con tablas avanzadas
- Uso del dibujo paramétrico
- Repaso de bloques estándar
- Generación de bloques dinámicos
- Identificación y asignación de atributos
- Generación y publicación de documentos
- Uso de otras herramientas de colaboración
- Interiorizando en la colaboración en línea
- Introducción al Conjunto de planos (Sheet Sets)
- Publicando y personalizando conjunto de planos
- Administrando capas avanzado
- Generación de estándares CAD

Información Comercial

Matrícula: Consultar
Arancel: Consultar

Formas de pago

Matrícula:

Deposito y/o transferencia electrónica

Arancel:

- Contado (cheque al día, depósito y/o transferencia) 5% de descuento arancel.
- 10% de Descuento para exalumnos (con cualquier forma de pago).
- Orden de compra (con pago máximo a 30 días).
- Pagos por medio de OTIC consultar condiciones.
- Por pago con 2 cheques (al día y 30 días)
- Tarjeta de crédito hasta 3 cuotas sin interés. (Pago presencial)

Horario

Consultar

Para iniciar los cursos en la fecha estipulada necesitamos contar con un mínimo de 6 alumnos, de no contar con el quórum, CDC Academia se reserva el derecho de postergar el inicio del curso.

Contacto

Teléfono +56 (2) 2335 4101
E-mail academia@computersdesign.cl
www.cdccademia.net



Fuente: Curso AutoCAD Nivel 2 (2021). CDC Academia. Recuperado de <https://cdccademia.cl/academia/cursos/autocad-2d-nivel-ii/>

Imagen 27 Curso Revit Nivel 1 - Detalles



En nuestro curso Revit Fundamentos, podrás obtener ventajas competitivas aprendiendo la nueva manera de proyectar en ambiente Revit de manera mucho más fácil y eficiente. Conocerás la manera de generar automáticamente presentaciones 2D y 3D de tus proyectos y la gestión de cambios paramétricos (BIM) lo que te permitirá mantener la información de tu proyecto completamente coordinada, eliminando la posibilidad de errores y diferencias entre documentos.

¿A quién va dirigido? Dibujantes, Projectistas, Diseñadores, Ingenieros y Arquitectos. Duración 32 Horas cronológicas (de 60 min. c/u) Requisitos Conocimientos generales en Windows y dibujo Técnico. Software Autodesk Revit Architecture (última versión). Metodología Un computador por participante, Sesiones Técnico-Prácticas, Atención personalizada. Material a recibir Certificado digital de asistencia y evaluación respaldado por CDC Academia Limitada, Autodesk Training Center.	Contenido - Introducción a los conceptos de trabajo del programa - Herramientas de diseño - Elementos guía - Creación de elementos básicos - Creación elementos de modelado - Materiales - Edición y acotamiento del dibujo - Trabajo con herramientas dibujo Edición de Familias - Documentación - Herramientas de presentación 3D Sence "Actividad de capacitación autorizada por el SENCE para los efectos de la franquicia tributaria de capacitación, no conducente al otorgamiento de un título o grado académico" Código: 1237982778 Para comenzar los cursos en la fecha estipulada necesitamos contar con un mínimo de 6 alumnos, de no contar con el quórum, CDC Academia se reserva el derecho de postergar el inicio del curso. Información Comercial Matrícula: Consultar Arancel: Consultar	Formas de pago Matrícula: Deposito y/o transferencia electrónica Arancel: - Contado (cheque al día, depósito y/o transferencia) 5% de descuento arancel. - 10% de Descuento para exalumnos (con cualquier forma de pago. - Orden de compra con pago máximo a 30 días. - Pagos por medio de OTIC consultar condiciones. - Por pago con 2 cheques (al día y 30 días) - Tarjeta de crédito hasta 3 cuotas sin interés. (Pago presencial) Horario Consultar Contacto Teléfono +56 (2) 2335 4101 E-mail: academia@computerdesign.cl www.cdcacademia.net
---	---	--



Fuente: Curso Revit Nivel 1 Fundamentos (2021). CDC Academia. Recuperado de <https://cdcacademia.cl/academia/cursos/revit-architecture-nivel-i-fundamentos/>

Imagen 28 Curso Revit Nivel 2 MEP - Detalles



Curso Autodesk Revit MEP Especialización

CDC
ACADEMIA

En el curso Revit MEP Especialización, los estudiantes aprenderán a modelar sistemas mecánicos, eléctricos, sanitarios, entre otros. Los estudiantes comprenderán los flujos de trabajo y las habilidades requeridas para utilizar, crear y modificar sistemas MEP.

¿A quién va dirigido?

Dibujantes, Ingenieros, CAD Manager, Electricistas, Especialistas en plomería, ventilación y otros.

Duración

50 Horas cronológicas (de 60 min. c/u).

Requisitos

Conocimientos generales en Windows y Manejo de Revit: Fundamentos (Revit Nivel I) y experiencia en ingeniería mecánica o eléctrica.

Software

Autodesk Revit MEP última versión

Metodología

Un computador por participante, Sesiones Teórico-Prácticas, Atención personalizada.

Materiales a recibir

Certificado digital de asistencia y evaluación respaldado por CDC Academia Limited, Autodesk Training Center

Contenido

- Diseño de Sistemas
- Preparación de modelos para diseños de HVAC (Heating, ventilating and air conditioning)
- Creación de diseño HVAC
- Creación de diseño eléctrico
- Creación de sistema de tuberías
- Creación de sistema sanitario
- Creación de sistema de protección al fuego
- Trabajo en Multipalermo, Ambiente de Multisistema
- Proyectos colaborativos
- Coordinación de diseños
- Creación de documentación de proyecto
- Creación de tablas
- Creación de vistas
- Creación de láminas de construcción

Para comenzar los cursos en la fecha estipulada necesitamos contar con un mínimo de 6 alumnos, de no contar con el quórum, CDC Academia se reserva el derecho de postergar el inicio del curso

Sence

"Actividad de capacitación autorizada por el SENCE para los efectos de la franquicia tributaria de capacitación, no conducente al otorgamiento de un título o grado académico"
 Código: 1237597444
 Nombre Sence: Técnicas De Modelado Paramétrico Avanzado

Información Comercial

Matrícula: Consultar
 Arancel: Consultar

Formas de pago

- Matrícula:
- Depósito y/o transferencia electrónica
- Arancel:
- Contado (cheque al día, depósito y/o transferencia) 5% de descuento arancel.
- 10% de Descuento para exalumnos (con cualquier forma de pago).
- Orden de compra con pago máximo a 30 días.
- Pagos por medio de OTIC consultar condiciones.
- Por pago con 2 cheques (al día y 30 días).
- Tarjeta de crédito hasta 3 cuotas sin interés. (Pago presencial)

Horario

Consultar

Contacto

Teléfono +56 (2) 233 54 101 Anexo 630
 E-mail: academia@computerdesign.cl
 www.cdccademia.net


AUTODESK
 Authorized Training Center

Fuente: Curso Revit Nivel 2 Especialización (2021). CDC Academia. Recuperado de <https://cdccademia.cl/academia/cursos/revit-mep-nivel-ii-especializacion/>

Para que un proyectista/cubicador o especialista hidráulico pueda realizar un correcto levantamiento necesita tener una base para tener la certeza de que la cubicación se encuentra bien realizada y también que el uso de los softwares sea el adecuado para optimizar sus tiempos, es por esto por lo que se realizó la cotización de los cursos correspondientes para ambos métodos y se determinó que en ambos casos requerida dos cursos que son la base más la especialización.

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Dado a que ya conocemos los costos de implementación ahora es necesario realizar la comparación entre ambos métodos con el fin de identificar cual será la inversión aproximada de implementación de las dos diferentes metodologías de trabajo.

Tabla 4 Inversión Situación Original AutoCAD

Inversión Situación Original - AutoCAD	
Ítem	Valor
Equipo - Workstation	\$1.110.850
Licencia Anual Software AutoCAD	\$1.351.574
Curso AutoCAD Nivel 1	\$186.000
Curso AutoCAD Nivel 2	\$256.000
Total	\$2.904.424

Fuente: Excel, Elaboración Propia

Tabla 5 Inversión Situación Propuesta BIM Revit

Inversión Situación Propuesta – BIM Revit	
Ítem	
Equipo – Workstation	\$1.600.210
Licencia Anual Software Revit	\$1.937.890
Curso Revit Nivel 1	\$256.000
Curso Revit Nivel 2	\$413.000
Total	\$4.207.100

Fuente: Excel, Elaboración Propia

Como bien se mencionaba anteriormente, la inversión de implementación que se debe realizar será siempre mayor el de la propuesta en Revit – BIM, debido a que es un software más robusto con nuevas prestaciones dentro de la industria de la construcción, en donde sus especificaciones y también cursos de especialización son más actualizados y a su vez son elevados en comparación a los costos de los de la situación original en AutoCAD en donde en este apartado de implementación tiene una desventaja a favor logrando incluso un valor mayor en un 44% aproximadamente sobre la situación inicial.

IMPACTO GENERAL DEL PRESUPUESTO ENTRE AMBOS METODOS

Al momento de realizar el análisis completo con respecto a cómo es el impacto en concreto dentro del presupuesto destinado para la especialidad de conducción de agua potable, se deben considerar también otro factor que es importante, adicional a los costos mencionados anteriormente es el valor hora hombre del especialista encargado de realizar el levantamiento y cubicaciones de los materiales necesarios para la correcta ejecución.

Tabla 6 Sueldos Promedios por Profesiones

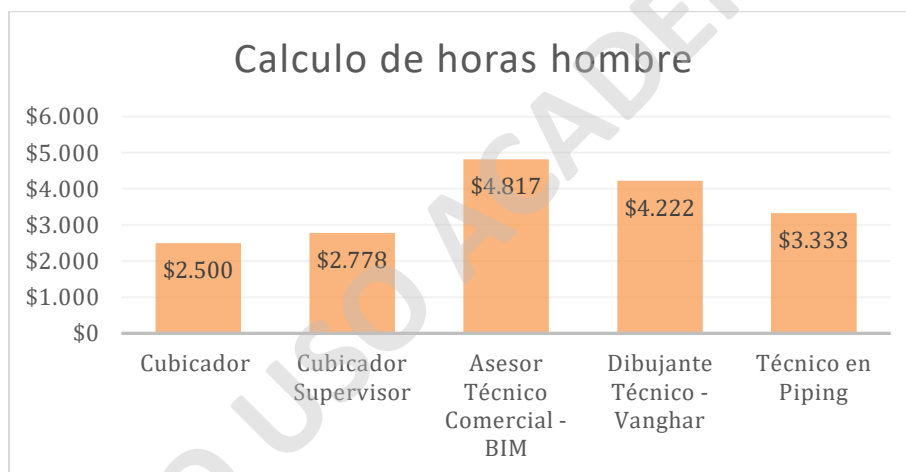
Cargo	Sueldo Promedio
Cubicador	\$450.000
Cubicador Supervisor	\$500.000
Asesor Técnico Comercial – BIM	\$867.000
Dibujante Técnico	\$760.000
Técnico en Piping	\$600.000

Fuente: Sueldos Promedios Chiletrabajos (2021). Recuperado de <https://www.chiletrabajos.cl/sueldos/>

De acuerdo con los sueldos promedios actualizados en Chile durante el 2021 en diversas plataformas de empleos se encuentran diferentes profesionales con las funciones solicitadas por la industria como lo son el cubicar proyectos de construcción de diferentes especialidades no solamente tuberías o piping.

Como muestra la tabla anterior, el sueldo promedio se maneja dentro de un rango bastante establecido por el mercado de la construcción en donde como sueldo más desfavorable podemos encontrar al de un Cubicador ganando un sueldo mensual de \$450.000CLP y un Asesor Técnico Comercial en BIM logrando el sueldo mayor de \$867.000CLP mensuales. En donde con los datos anteriores se determina que se puede obtener un sueldo promedio de \$635.400CLP entre las diferentes variables mencionadas.

Gráfico 0-1 *Calculo de horas/hombres*



Fuente: Sueldos Promedios Chiletrabajos (2021). Recuperado de <https://www.chiletrabajos.cl/sueldos/>

Teniendo en cuenta los puestos de trabajos mencionados anteriormente con una capacidad de trabajo en 45 horas semanales se determina el valor de hora hombre entregándonos como resultado una hora hombre promedio de \$3.530CLP.

Tabla 7 *Comparativo de horas hombre*

Situación	Cantidad de horas	Valor H/H	Costo Total H/H
Situación Original	18	\$3.530	\$63.540
Situación Propuesta	1	\$3.530	\$3.530

Fuente: Excel, Elaboración Propia

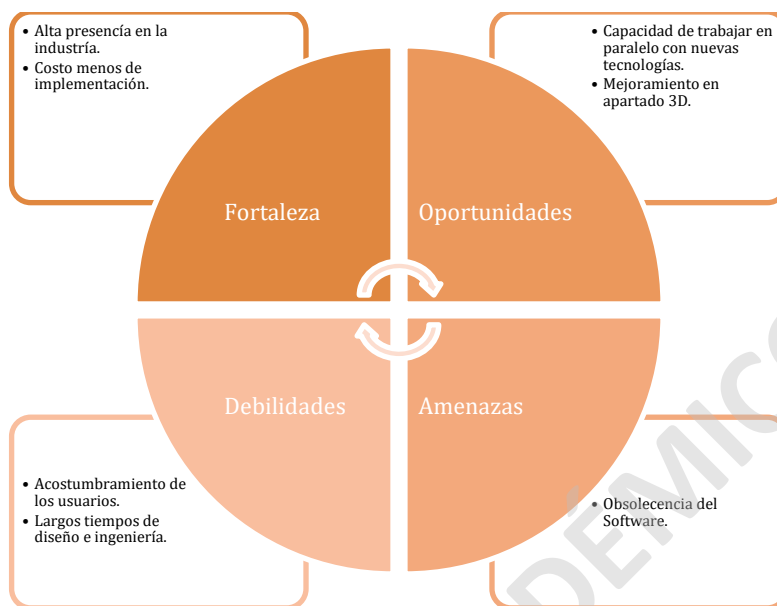
Considerando el valor promedio y que además utilizando el sistema tradicional en AutoCAD puede llegar a tomar 2 días en realizar el levantamiento de la cubicación, lo cual puede ir en aumento dependiendo la envergadura del proyecto puede llegar a costar en horas hombres \$63.540CLP.

ANÁLISIS FINAL DEL PROBLEMA Y POSIBLES SOLUCIONES

Si bien siempre al momento de implementar un nuevo sistema o cambiar la metodología de trabajo dentro de una inmobiliaria u oficina de ingeniería, o también aplicar como habito desde el punto de vista como Constructor Civil, todo cambio trae consigo problemas, tanto en la marcha en blanca durante un determinado periodo, como también el prejuicio y la misma resiliencia al cambio por los diferentes usuarios.

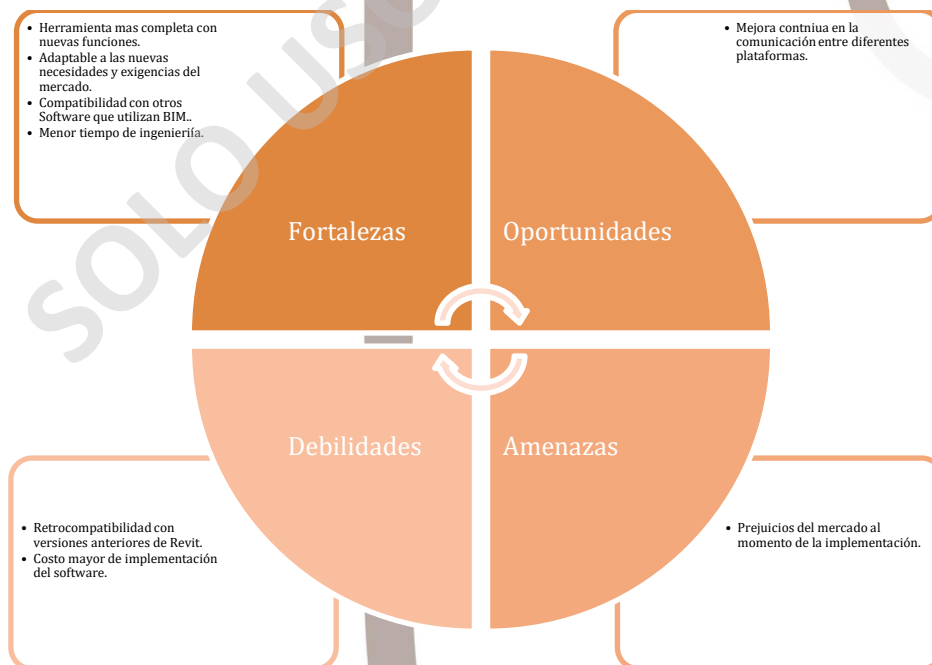
Es por esto, por lo que al momento de la implementación se necesita considerar las capacitaciones correspondientes para todo el personal que utilizara las herramientas con el fin de poder minimizar los shocks psicológicos y prejuicios, sin dejar de lado el realizar un buen trabajo de la mano con las nuevas tecnologías que van cambiando y revolucionando el mercado de la construcción.

Ilustración 1 Análisis FODA AutoCAD



Fuente: Word SmartArt, Elaboración Propia

Ilustración 2 Análisis FODA Revit BIM



Fuente: Word SmartArt, Elaboración Propia

Como bien se mencionaba al principio, el mundo de BIM cada día toma mayor participación dentro de la industria de la construcción, es por esto que van saliendo diferentes software con mejores prestaciones con el fin de ir ampliándose cada vez más hacia las diferentes especialidades que tiene el mercado, en donde el costo de implementación con diversas plataformas pasa a segundo plano versus las ventajas que nos pueda proporcionar esta nueva metodología, que ya se encuentra presente en nuestro país dentro de los proyectos gubernamentales y médicos.

Adicionalmente, el mayor impacto sobre el presupuesto se encuentra reflejado directamente con la mano de obra especializada para poder realizar las cubriciones e ingenierías pertinentes a cada proyecto en donde se destaca altamente Revit BIM, sobre lo que es AutoCAD haciendo el proceso mucho más rápido y amigable para los diferentes usuarios. En donde en el caso expuesto se evidencia que para un proyecto habitacional como el visto, en AutoCAD fácilmente puede llevar 2 días lo cual dependerá de la complejidad y magnitud de cada proyecto, versus Revit que se puede tardar una hora.

Tabla 8 Resumen Final de Costos

Item	Situación Original (AutoCAD)	Situación Propuesta (Revit)
Costos de Materiales para Agua Potable (80 viviendas)	\$80.801.840	\$78.282.240
Costo de Implementación	\$2.904.424	\$4.207.100
Costo de Mano de Obra (h/h)	\$63.540	\$3.530
Totales	\$83.769.804	\$82.492.870
Diferencia en \$	\$1.276.934	

Fuente: Excel, Elaboración Propia

Si bien la diferencia al considerar todos los análisis realizados anteriormente considerando un caso real de la construcción de 80 viviendas dentro de un condominio, aún es más elevado el costo de implementación, pero el real impacto lo sufre en menor porcentaje el costo de los materiales y en mayor incidencia el costo de las horas hombre, en donde si el proyecto posee una mayor complejidad, esa brecha presentada se irá ampliando cada vez más. Teniendo un retorno de las inversiones desde el proyecto N°1, lo cual lo hace ser una oferta mucho más atractiva al momento de implementar y considerar los proyectos habitaciones y privados bajo la metodología BIM.

Desde el punto de vista como constructores civiles siempre es importante ir conociendo las nuevas tecnologías que se encuentran dentro del mercado, ya que es una mejora continua para no quedar obsoletos así como también con el fin de poder hacer nuestros trabajos de mejor manera y calidad sin dejar de mencionar los tiempos asociados a los procesos desde la ingeniería hasta la puesta en marcha dentro de la obra con el fin de evitar imprevistos y tener un mejor aprovechamientos de materiales que en este caso corresponden a tuberías para la conducción de agua fría y caliente.

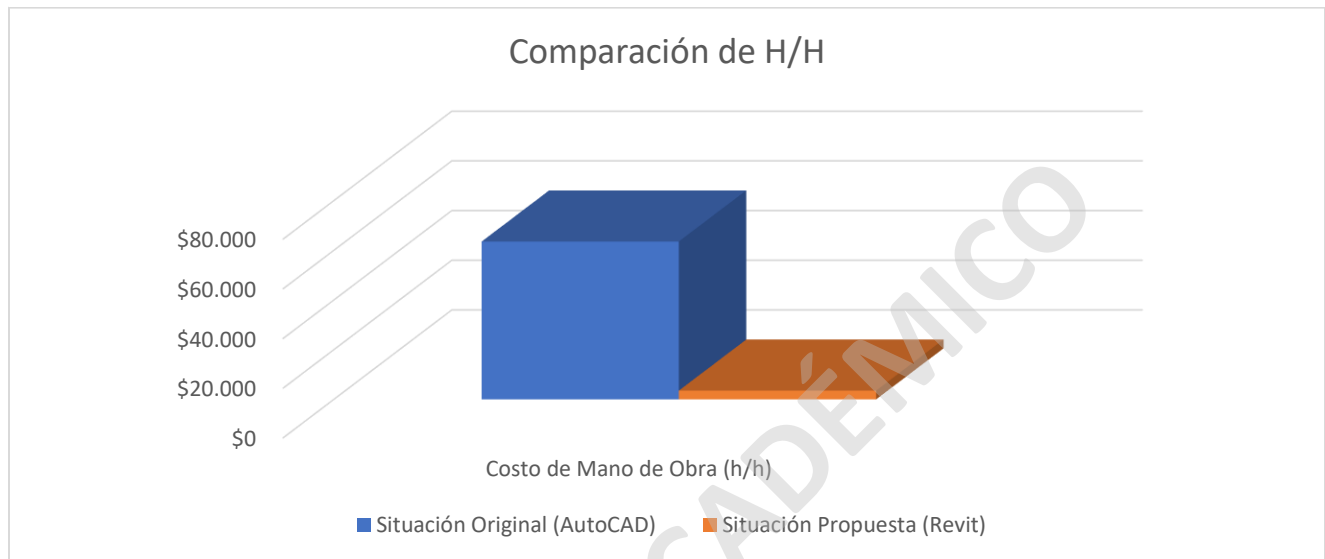
También nos será útil para cuantificar los materiales necesarios en Macro para las obras en generales y llevar un mejor control de los productos necesarios para cada vivienda Micro y no menos importante llevar una planificación lo más apegada a nuestra carta Gantt definida desde un comienzo con el fin de cumplir con los plazos e incluso gestionar de mejor manera los tiempos para cada etapa e ir ganando mayor horas hombre para poder inyectarlas quizás en algún proceso que necesite acelerar dado a que se encuentra retrasado.

CONCLUSIÓN

En el inicio de la búsqueda de temas para tratar en una memoria de título, siempre tenemos como un ambicioso objetivo, el dar una solución a algún problema de nuestra vida profesional, en este caso es la optimización de recursos: materiales y humanos, a través de la utilización de dos grandes herramientas tecnológicas, que si bien son tremendamente funcionales a pesar del paso de los años, una es capaz de cumplir mayores funciones, satisfaciendo una mayor cantidad de necesidades en la industria de la construcción.

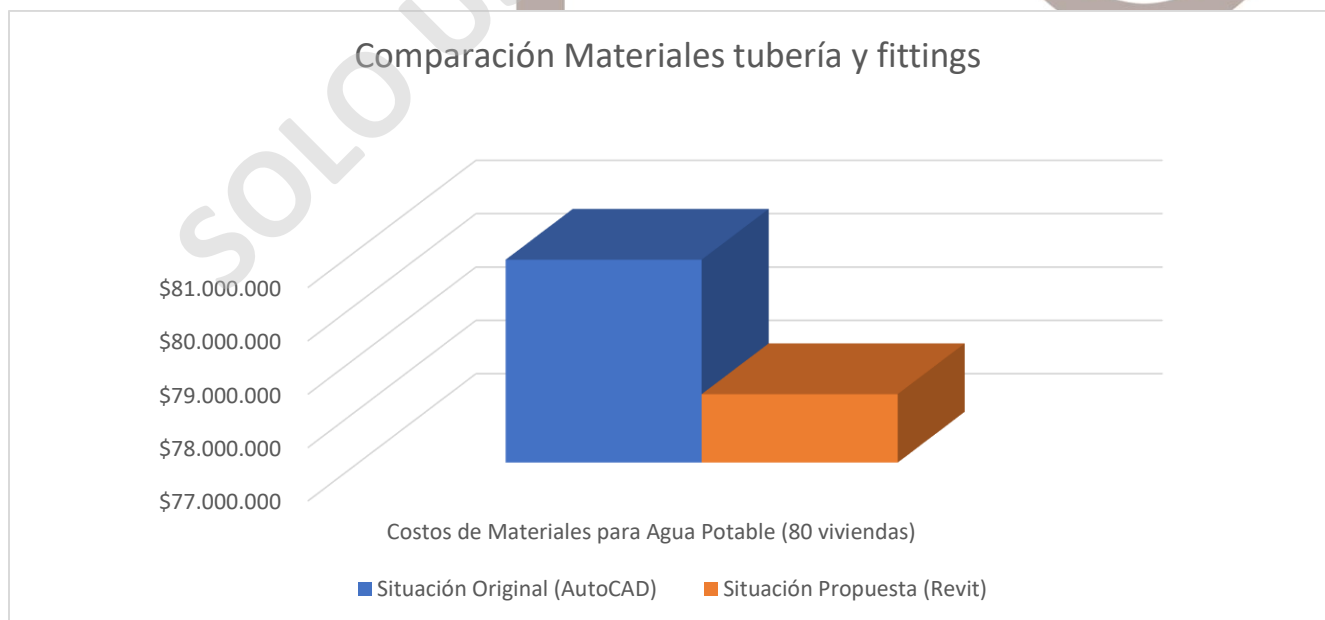
¿Y por qué es importante para un Constructor Civil la optimización de recursos?, partiendo desde lo más general, pertenecemos a un rubro que tiene por objetivo satisfacer una necesidad específica, y que sin embargo cuenta con una serie de recursos limitados para cumplir este objetivo, por lo que se hace necesario, según este planteamiento el hecho de exprimir al máximo los distintos capitales presentes dentro de una obra, mejorando los tiempos de entrega, debido a que las planificaciones de la construcción siempre tienden a ser muy acotadas y ajustadas en el tiempo, o inician de manera tardía, es por eso que nace la necesidad de dar solución a estos retrasos y a la sobredimensión de materia prima, lo que tiene como principal consecuencia el encarecimiento del mismo, es por ello que nos enfocamos en dos grandes áreas que se vieron afectadas en esta memoria de título, estas son: los materiales y en horas hombre, esto se logra a través de la comparación en utilización de BIM (Revit) v/s AutoCAD, como lo veremos en los siguientes gráficos:

Gráfico 0-1 Comparación horas hombres



Fuente: Excel, Elaboración Propia

Gráfico 0-2 Comparación Materiales y Fittings



Cuando revisamos los valores de hora hombre se logra una variación porcentual de 1.700%, lo que traducido en dinero es una diferencia de \$60.000, esto se debe a que sólo en trabajo de cubicación, en AutoCAD se requieren cerca de 18 horas, y en Revit sólo 1, esto se debe a que este último logra hacer una mejor cuantificación, casi de manera automática y con mejor acabado en lo que respecta a las cantidades de materiales, y es en este punto donde nos toca revisar el segundo gráfico en donde observamos una diferencia de un 3.22%, esto llevado a dinero se traduce en una casa un total de ahorro de \$31.495, y generando un impacto de \$2.519.600 en el total del proyecto, que contempla las 80 viviendas.

Lo que en resumen, se evidencia que con la utilización de BIM, tiene un mayor impacto en las horas hombres, que en este caso en específico, corresponde a la ingeniería en la etapa de cubicación del proyecto, reduciendo de 18 horas a sólo 1, permitiendo así al trabajador dedicarse en esa misma cantidad de tiempo, a dedicarse de manera simultánea a otros proyectos.

Adicionalmente, y casi como efecto dominó, repercute en la optimización de capital humano en las oficinas de ingeniería.

Otro punto importante por considerar es que en este caso lo que corresponde al área logística, corresponden a recursos no tangibles, los cuales no se pueden devolver o recuperar, en comparación a los materiales. Siendo aún más explícitos, si en una obra, producto de una mala cubicación llegase a tener sobra de algún material en específico, este se puede devolver a su

proveedor, y no así el tiempo del trabajador en la realización del dibujo y el cálculo de materiales a utilizar.

Para finalizar, el manejar esta herramienta tecnológica nos hace profesionales más competentes y atractivos antes el mercado laboral de la construcción, en donde a su vez nos permite estar actualizados en los nuevos softwares que se están implementando, satisfaciendo las nuevas e infinitas necesidades que posee esta industria.

ANEXOS

- Ficha técnica CPVC Flowguard Gold Sistema de conducción de agua fría y caliente (2019). Recuperado 15 abril de 2021, de Vinilit website:
<https://www.vinilit.cl/uploads/documents/carta/5a5777616b9ad.pdf>
- Ficha técnica PPR Vinilit Fusión (2020). Recuperado 15 de abril de 2021, de Vinilit website: <https://www.vinilit.cl/uploads/documents/carta/5cdd82cc20dd6.pdf>
- Ficha técnica PVC Hidráulico (2019). Recuperado 15 de abril de 2021, de Vinilit website: <https://www.vinilit.cl/uploads/documents/carta/5a5770826942c.pdf>
- Plan BIM. (2018, enero). *Revisión de Proyectos en BIM e-book* (Versión 4). Carolina Briones. <https://planbim.cl/download/curso-introduccion-a-bim-para-la-revision-de-proyectos/?wpdmdl=2388&refresh=60747be1af4531618246625>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Urban, B. (2014, 04 de mayo). *Normativas APA para trabajos escritos*. Recuperado el 30 de agosto de 2021 de <https://www.colconectada.com/normas-apa/>.
- Instituto Nacional de Normalización INN (2000, enero). Construcción – Cubicación de obras de edificación NCh 353.Of2000. Recuperado 15 abril de 2021.
- BSG Institute. (s. f.). *AutoCAD: La Herramienta que Cumplió 33 Años*. Recuperado 15 de abril de 2021, de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/autocad-la-herramienta-que-cumplio-33-anos-1101>
- Revista EMB. (2013, 1 enero). *Revista EMB Construcción - Los avances del BIM en Chile*. EMB Construcción.
<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2739&ni=los-avances-del-bim-en-chile>
- ¿Qué es BIM? (s. f.). *BuildingSMART Spanish Chapter*. Recuperado 10 de mayo de 2021, de <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Del CAD a BIM (s.f). *Nuestra Historia Congrap*. Recuperado el 15 de mayo de 2021 de <https://www.comgrap.cl/nuestra-historia/>
- PlanBIM (s.f). *Construyendo las Bases de la Implementación BIM en Chile*. Recuperado el 10 de mayo de 2021 de <https://planbim.cl/que-es-planbim/>
- Arram Consultores (s.f). *Entorno BIM*. Recuperado el 13 de mayo de 2021 de <https://www.aram.net/es/proyectos-en-bim>

- Bimtool (2019, 28 de octubre). *Las 7 dimensiones BIM: 1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D*. Recuperado el 25 de mayo de 2021 de <https://www.bimtool.com/Article/12468893/Las-7-dimensiones-BIM-1D-2D-3D-4D-5D-6D-y-7D>
- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). Recuperado el 31 agosto de 2021 de <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>
- Easy (s.f). *Set termofusora digital 600W FTD 20-40LA Koalition*. Recuperado el 12 de agosto de 2021 de <https://www.easy.cl/tienda/producto/set-termofusora-digital-600w-ftd-20-40la-koalition-1165451p>
- AutoDesk Support (2021, 17 agosto). *System Requirements for AutoCAD 2022 including Specialized Toolsets*. Recuperado el 12 de agosto de 2021 de <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-AutoCAD-2022-including-Specialized-Toolsets.html>
- AutoDesk Support (2021, 20 julio). *System Requirements for Revit 2022*. Recuperado el 12 de agosto de <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/System-requirements-for-Autodesk-Revit-2022-products.html>
- Geofumadas (2015, 01 julio). *AutoCAD 2016.Fin de las licencias perpetuas*. Recuperado el 15 de agosto de <https://www.geofumadas.com/autocad-2016-fin-de-las-licencias-perpetuas/>

- Neuvo (2021, s.f). *Salario de BIM en Chile*. Recuperado el 15 de agosto de <https://neuvo.cl/remuneracion/?job=bim>
- Chiletrabajos (2021, s.f). *Trabajos para cubicador*. Recuperado el 15 de agosto de <https://www.chiletrabajos.cl/encuentra-un-emprego?2=cubicador&13=&fecha=&categoria=&8=&14=&inclusion=&f=2>
- InfoTrabajos (2021, s.f). *Sueldo promedio para cubicador*. Recuperado el 15 de agosto de <https://infotrabajos.cl/analisis/sueldo/cubicador>
- Chiletrabajos (2021, s.f). *Trabajos para Dibujantes Técnicos*. Recuperado el 15 de agosto de https://www.chiletrabajos.cl/encuentra-un-emprego?action=search&order_by=&ord=&within=25&2=dibujante+tecnico&filterSearch=Buscar
- ChileTrabajos (2021, s.f). *Trabajos para BIM*. Recuperado el 15 de agosto de <https://www.chiletrabajos.cl/encuentra-un-emprego?2=BIM&13=&fecha=&categoria=&8=&14=&inclusion=&f=2>