



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM  
EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR DON ANTONIO  
EN SAN MIGUEL, LIMA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Carlos Antonio Reyes Villarreal

Asesor:

MBA Ing. José Luis Neyra Torres

Lima - Perú

2021

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor digite el nombre del asesor, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Elija un elemento, Carrera profesional de Elija un elemento, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- *Apellidos y nombres de los estudiantes*
- 

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto* para aspirar al título profesional de: digite el título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por apoyarme durante toda mi vida, además de inculcarme buenos valores que me hicieron un mejor hijo, mejor estudiante y persona.

A mi hermana por enseñarme a seguir esforzándome y poder lograr las metas que me proponga.

A mis familiares y amigos que creyeron en mí.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermana que siempre me apoyaron. A todos mis familiares y amigos que me aconsejaron y ayudaron en todo este tiempo. A mis docentes universitarios de distintos ciclos por sus consejos, apoyos y enseñanzas.

## TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	II
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT .....	XII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	66
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	85
REFERENCIAS .....	88
ANEXOS .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto inicial vs presupuesto con Revit.....	67
Tabla 2. Interferencia N°1 .....	73
Tabla 3. Interferencia N°2 .....	74
Tabla 4. Interferencia N°3 .....	75
Tabla 5. Interferencia N°4 .....	76
Tabla 6. Interferencia N°5 .....	77
Tabla 7. Interferencia N°6 .....	78
Tabla 8. Interferencia N°7 .....	79
Tabla 9. Interferencia N°8 .....	80
Tabla 10. Interferencia N°9 .....	81
Tabla 11. Interferencia N°10 .....	82
Tabla 12. Cálculo total aproximado de cuantificaciones de costos para las interferencias.	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de distribución tiempo-esfuerzo en construcción. ....	12
Figura 2. Ciclo de vida de una edificación. ....	14
Figura 3. Dimensiones del BIM .....	17
Figura 4. Nivel de desarrollo del BIM.....	18
Figura 5. Detección de interferencia con el programa Navisworks .....	19
Figura 6. Ubicación del proyecto mediante Google Earth .....	28
Figura 7. Planta de primer nivel – Arquitectura .....	29
Figura 8. Planta de segundo nivel – Arquitectura .....	30
Figura 9. Planta 3°, 4° y 5° piso – Arquitectura .....	31
Figura 10. Planta de azotea – Arquitectura.....	32
Figura 11. Planta de cimentaciones – Estructuras .....	33
Figura 12. Planta de aligerado del primer piso.....	34
Figura 13. Planta de aligerado del segundo piso .....	35
Figura 14. Planta de aligerado del tercer piso .....	36
Figura 15. Planta de aligerado de cuarto y quinto piso. ....	37
Figura 16. Plano agua fría y caliente - Primer piso. ....	38
Figura 17. Plano de agua fría y caliente - Segundo piso. ....	39
Figura 18. Plano de agua fría y caliente - Piso típico. ....	40
Figura 19. Plano de desagüe - Primer piso. ....	41
Figura 20. Plano de desagüe - Segundo piso. ....	42
Figura 21. Plano de desagüe - Piso típico.....	43
Figura 22. Render del edificio multifamiliar Don Antonio .....	44
Figura 23. Modelado 3D de estructuras.....	45



Figura 24. Modelado 3D de estructuras – realista .....	46
Figura 25. Modelo del refuerzo estructural .....	47
Figura 26. Modelo de las redes de instalaciones sanitarias. ....	48
Figura 27. Modelo instalaciones sanitarias .....	49
Figura 28. Red de distribución de agua fría.....	50
Figura 29. Red de distribución de agua caliente.....	51
Figura 30. Red de distribución de desagüe.....	52
Figura 31. Modelo de instalaciones eléctricas.....	53
Figura 32. Operacionalización de la variable. ....	55
Figura 33. Importar CAD a Revit.....	56
Figura 34. Alzado este del proyecto Don Antonio .....	57
Figura 35. Creación de familias en Revit .....	58
Figura 36. Modelado del edificio multifamiliar Don Antonio .....	58
Figura 37. Revit con todas las especialidades vinculadas .....	59
Figura 38. Metrados de la partida de muros de ladrillo.....	60
Figura 39. Metrados de la partida concreto en columnas .....	60
Figura 40. Ejemplo del costo con Revit .....	61
Figura 41. Comparación de costo inicial vs costo con Revit.....	62
Figura 42. Comparación del costo de concreto simple.....	62
Figura 43. Detección de interferencias con el programa Navisworks.....	63
Figura 44. Reporte de interferencias entre especialidades .....	64
Figura 45. Reporte de interferencias.....	64
Figura 46. Costo de partidas del edificio multifamiliar Don Antonio.....	67
Figura 47. Costo inicial vs Costo con Revit - Concreto simple. ....	68
Figura 48. Costo inicial vs Costo con Revit - Acero de refuerzo.....	68
Figura 49. Costo inicial vs Costo con Revit - Encofrado y desencofrado.....	69

Figura 50. Costo inicial vs Costo con Revit - Concreto armado. ....	69
Figura 51. Costo inicial vs Costo con Revit - Muros de albañilería.....	70
Figura 52. Costo inicial vs Costo con Revit - Tarrajeos y revoques. ....	70
Figura 53. Costo inicial vs Costo con Revit - Pisos. ....	71
Figura 54. Porcentaje de interferencias por especialidad .....	83

## RESUMEN

La presente investigación está abordada específicamente en el tema de la implementación de la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel. Lo que se pretende en la investigación es implementar la metodología BIM en un proyecto de construcción y poder conocer la influencia de esta, por ende, la finalidad de la tesis fue determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM al calcular el costo hecho con Revit y compararlo con el costo inicial del proyecto, por otro lado, también se tuvo como finalidad determinar la influencia de las interferencias detectadas en el proyecto mediante la metodología BIM. Por lo tanto, mediante el modelamiento con el programa Revit se logró sacar los metrados correspondientes y luego calcular el costo por el cual fue 4.53% menor al costo inicial el cual indica que la metodología BIM influye de manera positiva en el proyecto, además mediante el programa Navisworks se logró detectar las interferencias en el cual el 80 % de interferencias fueron de la especialidad de instalaciones sanitarias y por ende se logró calcular el valor que costaría solucionar todas las interferencias, en el cual fue de S/. 1,705.49, todo esto indica que la metodología BIM influye de manera positiva al detectar de manera temprana las interferencias de un proyecto.

**Palabras clave:** BIM, Revit, Navisworks, modelamiento, proyecto, costo e interferencias.

## ABSTRACT

This research is specifically focused on the implementation of the BIM methodology in the Don Antonio multifamily building in San Miguel. The purpose of the research is to implement the BIM methodology in a construction project and to know the influence of this, therefore, the purpose of the thesis was to determine the influence of the implementation of the BIM methodology when calculating the cost made with Revit and compare it with the initial cost of the project, on the other hand, it was also intended to determine the influence of the interferences detected in the project through the BIM methodology. Therefore, by modeling with the Revit program it was possible to obtain the corresponding metrics and then calculate the cost, which was 4.53% less than the initial cost, which indicates that the BIM methodology has a positive influence on the project. In addition, using the Navisworks program, it was possible to detect the interferences in which 80% of the interferences were in the specialty of sanitary installations and therefore it was possible to calculate the cost of solving all the interferences, which was S/. 1,705.49, all this indicates that the BIM methodology has a positive influence on the early detection of the interferences in a project.

**Keywords:** BIM, Revit, Navisworks, modeling, project, cost and interference.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En los últimos años el sector de construcción ha crecido exponencialmente, provocando así una gran demanda. En la cual cada vez los proyectos a realizar son más complejos y diversos, además que los plazos dados cada vez son más ajustados, esto conlleva que las empresas adopten nuevas metodologías y realicen cambios al momento de planificar, diseñar y ejecutar, por lo que la metodología tradicional ya no quedaría como una opción a trabajar (Culque, 2019). La metodología BIM ayuda bastante en los proyectos de gran envergadura por lo que las empresas optan por usar esta misma. Tanto en la productividad y el ahorro que puede producir esta metodología hace que muchas empresas opten por trabajar con el BIM, además que en el mundo de la ingeniería esta metodología ya es reconocida a nivel mundial y hace una opción viable poder usarla.

Ante el incremento de proyectos de construcción el ingeniero civil enfrenta distintos contratiempos, ya sean de menor o mayor magnitud de las distintas especialidades que demandan los proyectos. En la construcción hay diferencia entre la ingeniería con las industrias, se verifica, como la etapa de la construcción nos muestra su retraso, ya que usa los mismos métodos y herramientas desde hace 16 años (Escobar, 2016). Las industrias cada década mejoran sus procesos industriales con el objetivo de mecanizar estos procesos ya sea con robots o maquinarias, pero en la industria de la construcción el factor humano es el factor más importante en el que la metodología BIM trabaja de manera correcta con ese factor, a fin de tener menos errores en los procesos constructivos.

La complejidad de los proyectos de edificaciones, requeridos por los clientes hoy en día, es cada vez mayor, con una gran variedad de instalaciones, materiales, insumos, y procedimientos que exigen la aplicación no solo de herramientas eficaces de gestión y

planificación en la construcción, sino también de una adecuada revisión, compatibilización y realimentación del diseño del proyecto antes de llegar a la etapa de construcción. Sin embargo, muchas veces el diseño del proyecto pasa a la etapa de construcción con un diseño no optimizado y con interferencias entre especialidades, obligando a la constructora a asumir el liderazgo en revisar y rectificar el diseño, y lo que es más crítico es que esta revisión se da muchas veces en plena construcción del proyecto, lo cual podría incidir negativamente en los plazos y costos si estos errores no son detectados a tiempo utilizando las herramientas adecuadas (Taboada, Alcántara, Lovera, Santos, & Jorge, 2011). Las interferencias o las incompatibilidades en los planos hacen que un proyecto que esté en la etapa de construcción se retrase y por lo tanto genera un adicional que no está presupuestado dentro del proyecto. Por ende, la utilidad de la empresa se verá afectada por lo que el presupuesto inicial que se tuvo en un comienzo tendrá modificaciones e influirá de manera negativa en la utilidad que dicha empresa desea obtener.

Asimismo, Villa (2017) señala que los problemas e impactos generados por la separación de las etapas de diseño y construcción son muy notorios. Los principales problemas detectados son, la poca interacción entre las etapas de diseño y construcción, la poca interacción entre los diversos proyectistas encargados del proyecto. Esta situación obliga en la siguiente etapa a iniciar la construcción del proyecto con deficiencias en los diseños, planos no compatibilizados, interferencias entre los planos de las distintas disciplinas y presupuestos no acertados.

Hoy en día los clientes se han vuelto mucho más rigurosos en cuanto a calidad, costos y tiempos, en relación con los proyectos que demandan, pues consideran una gran diversidad de instalaciones, materiales, insumos y procedimientos que exigen además de la aplicación de herramientas eficaces de gestión y planificación en la construcción, también de una adecuada revisión, compatibilización y realimentación del diseño del

proyecto antes de llegar a la etapa de ejecución (Taboada et al., 2011). Sin embargo, en proyectos de edificaciones, desarrollados según el modelo tradicional de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción, los documentos de diseño e ingeniería son elaborados en la etapa de diseño por arquitectos, consultores y proyectistas de ingeniería (Bances y Falla, 2015) que no se conocen entre sí, sino hasta la inauguración del proyecto, “lo cual podría incidir negativamente en los plazos y costos si estos errores no son detectados a tiempo utilizando las herramientas adecuadas” (Taboada et al., 2011). Por esta razón la metodología BIM es una opción viable para que diferentes especialidades puedan trabajar de manera conjunta y así poder detectar a tiempo las interferencias e incompatibilidades en la etapa de diseño por lo que sería un ahorro significativo poder detectar dichos problemas en esta etapa y no en la etapa de construcción, ya que si recién se detectan en esa etapa podría influir de manera negativa en los tiempos y costos del proyecto.

Por otro lado, la industria de la construcción en el Perú viene creciendo de manera acelerada y a pesar de su crecimiento, los problemas que enfrenta el sector son bien conocidos: incumplimiento de los plazos y sobre costos, baja productividad, insuficiente calidad, altos índices de accidente en comparación con otros sectores de producción, la mayoría de estos problemas atribuibles es a una inadecuada planificación y control de proyectos (Espinoza y Pacheco, 2014). Por ende, el estado peruano tiene como objetivo que en el año 2030 según el Decreto Supremo N° 289-2019-EF se logre la implementación del BIM en las fases del ciclo de inversiones públicas, desarrolladas por entidades de los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) de manera articulada y concertada, en coordinación con el sector privado, todo esto gracias al éxito que se tuvo al implementar la metodología BIM en la construcción de las instalaciones de los juegos panamericanos Lima 2019.

### **Antecedentes internacionales**

Dongping, Guangbin y Heng (2015) en China, su artículo “Prácticas y eficacia de BIM en proyectos de Construcción en China”, fue basado en una investigación de 106 proyectos que implicaron el uso Building Information Modeling (BIM), donde se examinó las prácticas actuales del mismo en China, y evaluó cómo sus diversas prácticas alteran su eficacia. Los resultados revelaron que en la práctica actual se emplea principalmente BIM como una herramienta de visualización, y la forma en que se implementa se asocia significativamente con las características del proyecto. El uso de BIM en la mayoría de los proyectos estudiados se ve que tiene resultados positivos, con los beneficios de mejora en eficacia de las tareas, es decir está más encaminado a ser un beneficio más sustancial que eficiente. Los resultados también demuestran que las características del proyecto influyen significativamente en el éxito del uso de dicha tecnología. Por otro lado, se comprobó que las prácticas de BIM actuales implican problemas tecnológicos y organizativos, pero permite conocer como éste podría ser mejor explotado dentro de la industria de la construcción. Por lo tanto, esta tesis ayudó a tener en claro que el BIM tiene una influencia importante en cualquier parte del mundo por lo que hace que sea una metodología viable y eficiente a la hora de construir; dicha tesis ayuda al planteamiento de los objetivos en la cual busca obtener la eficacia que puede tener la implementación BIM en la construcción de un proyecto.

Gonzales (2015) en España, su tesis de maestría en edificación, especialidad de gestión titulada “Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas” cuyo objetivo principal fue de realizar un análisis y descripción de las características que presenta la metodología “Building Information Modeling” de una manera genérica así como profundizar de una manera práctica en los beneficios que genera en la gestión de proyectos integrales de construcción, el autor llegó a la conclusión de que el principal inconveniente que genera la implementación de la



metodología BIM es la tradicionalidad que presenta históricamente el sector de la edificación y construcción. Generalmente, es una actividad basada en el conocimiento que se transmite de generación en generación y con unos métodos de trabajo muy arraigados. Si bien es cierto que con la llegada de los medios informáticos los métodos de trabajo cambiaron hacia la digitalización, estas herramientas son las mismas que décadas atrás. Es por ello, que es necesario un cambio de mentalidad como el que se produjo en la década de los noventa hacia el uso de AutoCAD, Excel, Word y otro software informático. Es necesario un paso hacia el dibujo paramétrico que representa BIM como se hizo hacia el dibujo digital en su momento. Por tal razón se usó la tesis como antecedente debido a que nos hace entender que el sector de la construcción es muy tradicional y que cuesta trabajo poder tener una visión diferente en el cual podamos utilizar varias metodologías para la mejora continua del sector de construcción, todo ello se puede lograr cambiando la mentalidad, como se produjo en la década de los noventa hacia el uso del AutoCAD y otros softwares informáticos.

### **Antecedentes nacionales**

Caparó (2016) en Arequipa, su tesis titulada “Aplicación de la tecnología BIM a la gestión integral en la elaboración de proyectos de construcción de edificaciones, caso: edificio Huertas” cuyo objetivo principal fue disminuir la variabilidad entre lo proyectado y lo construido en un proyecto de edificación haciendo uso de un modelo BIM y a la vez definir pautas para la correcta aplicación de la metodología. El autor llegó a la conclusión de que el BIM es una herramienta y metodología útil para disminuir la variabilidad entre lo proyectado y lo construido, reduciendo gastos y tiempo adicionales a lo programado, pero tomando en cuenta que para su correcta implementación es necesaria una estandarización y capacitación de los diferentes integrantes de un proyecto, un proceso que debemos empezar a realizar, al comienzo obtendremos de repente resultados no esperados pero con el tiempo los beneficios

compensaran la inversión que hagamos en implementar y adaptarnos a esta nueva etapa a la que entre la construcción, y siempre teniendo en cuenta que cualquier tecnología o metodología nueva no son el reemplazo de nadie sino más bien un apoyo para maximizar las habilidades de los profesionales. Dicho autor indica que el BIM es una herramienta útil para disminuir la variabilidad entre lo proyectado y lo construido, pero al comienzo estos beneficios no serán lo esperando, por ende, debemos adaptarnos e implementar bien esta metodología para así obtener buenos resultados aplicando el BIM, todo ello se debe hacer de manera adecuada y siguiendo el objetivo de la metodología que es trabajar de manera colaborativa para así tener un resultado mucho mejor esperado de lo que se podría obtener.

Apaza (2015) en Tacna, en su tesis titulada “Aplicación de metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna” cuyo objetivo principal fue enseñar a mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna mediante el uso de las metodologías BIM. Llegó a la conclusión de que de manera general la metodología BIM mejoran la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna. Por lo tanto, los metrados realizados mediante metodología BIM son más concordantes con lo que realmente se ejecutó en obra, produciendo una mayor confiabilidad frente a los metrados tradicionales y además se obtienen en menos tiempo. Por otro lado, la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna se mejora mediante las metodologías BIM, al detectar en total 211 deficiencias e incompatibilidades; entre las cuales 124 eran incompatibilidades y 84 interferencias, anticipándonos a estos errores y realizando las correcciones necesarias en su debida oportunidad. Esta tesis indica que la metodología BIM tiene una mayor confiabilidad frente a los metrados tradicionales por ende sirvió de punto de partida para poder elegirla antecedente ya que uno de los objetivos de la tesis es saber de qué manera influye la metodología BIM en los costos del proyecto que son directamente proporcional a sus metrados.

Encalada (2016) en Arequipa, su tesis titulada “aplicación de la tecnología BIM en la gestión de la construcción y análisis de los beneficios del modelamiento 4d-5d (tiempo-costos) en un edificio de 9 pisos en la ciudad de Arequipa” cuyo objetivo fue analizar la tecnología BIM y sus beneficios, además aplicarla a una edificación multifamiliar, con el objetivo de mejorar la gestión de la construcción durante el ciclo de vida del proyecto. Llegó a la conclusión de que mediante un modelo 3D-BIM integrado (compuesto por todas las especialidades), se pudo hacer un análisis de las interferencias e incompatibilidades detectadas en el proyecto, debido a que los diseños al haberse realizado de manera tradicional, les permitió detectar esos problemas. Por lo tanto, sería un claro ejemplo que al implementar la metodología BIM se puede detectar con mayor eficacia las interferencias e incompatibilidades a comparación de la manera tradicional. Por tal motivo dicha tesis fue incluida en los antecedentes ya que hace mención que la metodología BIM puede detectar con mayor eficacia las interferencias e incompatibilidades que pueda haber en un proyecto a comparación de la manera tradicional, todo esto ayuda a la investigación ya que un objetivo específico es determinar la influencia de la metodología hacia la detección de interferencias que puede haber en el proyecto “Don Antonio”.

Julcamoro (2019) en Cajamarca, su tesis titulada “Implementación de la Metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente Técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca – 2018”, tiene como objetivo implementar la metodología BIM con Revit en la fase de diseño en las especialidades de arquitectura y estructuras del expediente técnico de edificaciones ejecutado por el Gobierno Regional de Cajamarca – 2018. Por lo que una de sus conclusiones fue en el expediente técnico contractual “Mejoramiento de los servicios de atención integral de niñas, niños y adolescentes de la aldea infantil San Antonio, Cajamarca, Cajamarca” existe errores, omisiones y excesos en metrado de partidas, los cuales fueron dados por factor

humano. Dichos resultados pueden ser importantes en la investigación a fin de que permita hacer una discusión idónea y aturada con datos detallados en los cuales indica que los errores, exceso y omisiones en metrado de partidas se debe principalmente al factor humano, por ello se puede hacer la comparación con la investigación para llegar a una conclusión idónea.

### **Antecedentes locales**

Chirinos y Pecho (2019) en Lima, Breña, su tesis titulada “Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido”, tiene como objetivo identificar a tiempo los posibles sobrecostos generados por medio de indicadores de las incompatibilidades del proyecto. Por otro lado, los autores concluyeron que el presupuesto total del proyecto Duplo es de S/ 18, 044,703.48 y aplicando BIM en el proyecto se evitó el sobrecosto de S/355 948.42 soles que representa el 30.24% del monto total de la utilidad del proyecto. La pérdida considerada en la utilidad del proyecto bajaría de 7.50% a 5.23% siendo el 2.27% el costo de interferencias identificadas. El costo de implementación del BIM es S/ 14,000.00 y representa el 0.08% del costo total de la obra, y respecto al costo de las interferencias o reprocesos detectados es 25 veces menor. Este antecedente se escogió por lo mismo que sus objetivos son detectar las incompatibilidades y poder indicar el porcentaje del costo que representa detectar a tiempo dichas incompatibilidades. Estos resultados pueden ser importantes en dicha investigación a fin de que permita hacer una discusión acorde a los objetivos propuestos en la tesis en la cual indica de qué manera influye la implementación BIM en el costo del proyecto a realizar.

Miñin (2018) en Lima, Miraflores, su tesis “Implementación del BIM en el edificio multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018”, tiene como objetivo implementar la tecnología BIM en la mejora de la

eficiencia del diseño en proyectos de edificaciones para el proyecto Edificación Multifamiliar “Fanning” en el distrito de Miraflores, por lo que una de sus conclusiones que llegó el autor fue que en el análisis de la aplicación de esta metodología en el proyecto Multifamiliar Fanning, se pudo conocer la eficiencia que tiene en el diseño, para recabar todo tipo de información requerida, incorporando en ello la participación de cada una de las distintas especialidades; a diferencias del conjunto de métodos usados , la cual contiene un flujo de labores diferentes, en el cual se apartan los procedimientos de diseño, información; por la cual, ocasionan distintas dificultades en la ejecución del proyecto. Por ende, dicha investigación fue elegida para pertenecer a los antecedentes ya que una de sus conclusiones que llegó el autor ayuda a que esta investigación pueda tener una comparación de conclusiones y saber que la metodología BIM es eficiente en el ámbito de tener toda la información requerida en una sola base de datos.

Durand (2017) en Callao, su tesis titulada “Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao -2016”, tiene como objetivo optimizar los costos en la construcción del Hotel Aeropuerto en el Callao -2016. En el cual tuvo como conclusión que la metodología BIM ha permitido resolver e identificar de manera anticipada las incompatibilidades, teniendo como resultado la detección de 180 incompatibilidades, de las cuales el 64% pertenecen a las Especialidades (IISS, ACI e IIEE), y el 36% entre estructuras y arquitectura en este proyecto. Según la tabla 14 obtenemos un ahorro de S/. 10,300.00 aprox. Todo ello indica que la implementación BIM influye en la optimización de los costos. Estos resultados pueden ser importantes en dicha investigación a fin de que permita hacer una discusión idónea con datos detallados en los cuales se centraron en la influencia de la metodología BIM a la hora de identificar de manera anticipada las incompatibilidades y cuáles fueron las que más influyeron en el proyecto.

## **Definiciones conceptuales**

Ante la situación actual las empresas constructoras han buscado implementar nuevas metodologías; siendo una de estas Building Information Modeling (BIM), la cual es una metodología de trabajo colaborativo que utiliza herramientas informáticas para la gestión de un proyecto de obra civil y edificación, a través de una base de datos gráfica que permite crear un modelo tridimensional inteligente de una edificación u obra civil, que además de ser una representación gráfica 3D incluye la información no gráfica, como especificaciones técnicas, estados de avance, entre otros.

Por otro lado, Mojica (2016) menciona que la metodología de trabajo BIM configura un proceso que permite generar, almacenar, administrar, intercambiar y distribuir información de una edificación de manera reutilizable e interoperable lo que origina ahorros sustanciales de tiempo en los procesos de diseño y construcción que se traducen en disminución de costos y mayor competitividad del sector.

BIM está revolucionado la manera en la que se diseña un proyecto y que consiste en un modelo real de lo que se está construyendo con la ayuda de programas tales como Revit, Navisworks, Tekla, Archicad, etc., en la que se convierte en una base de datos vinculadas al modelo virtual , eso significa que, si se realiza un cambio en el modelo virtual la base de datos cambiaría de manera automática en la que se ve reflejado los planos y también los metrados, eso significa un ahorro considerable de tiempo y de dinero. Todo esto ayuda al tema de gestión de obra, porque al tener un modelo en 3D que tiene todo definido previamente, ya se pueden detectar a tiempo las interferencias o problemas en los procesos constructivos del proyecto y así dar una solución mucho más rápida para que el flujo de la construcción no pare en ninguna etapa de la construcción, ya que es fundamental que el proyecto siga un ritmo adecuado para poder cumplir con los plazos establecidos por el cliente.

La estimación precisa y la planificación de los costos reales del proyecto también son muy importantes para el éxito en el negocio de la construcción. El manejo de los datos de costos del proyecto mediante el enfoque BIM nos brinda la oportunidad de administrar los costos del proyecto de construcción de manera más eficiente. Tan pronto como se identifiquen los costos de construcción y se conecten con los elementos de construcción y los datos de programación, se crea el modelo de información de construcción 5D (Pucko, 2014).

El BIM es una metodología de trabajo colaborativa en la cual diferentes especialidades trabajan entre si mediante un solo modelado 3D que tiene toda la información necesaria para poder obtener metrados, presupuestos, cronogramas, etc. Esto hace que la metodología sea factible a la hora de empezar a construir, por otro lado, el BIM es una herramienta que influye de manera positiva en los costos de construcción, debido a la confiabilidad de los metrados que puedes obtener a la hora de modelar un proyecto y por ende estos vas a ser más reales a la hora de tener el costo real que se determina en la etapa de construcción de un proyecto.

Una vez implementada la metodología BIM se obtienen beneficios en la gestión del cronograma, costos, materiales e información dentro del ciclo de vida del proyecto. Con los modelos tridimensionales es posible detectar colisiones entre especialidades, disminuyendo los errores de diseño que se traducen en disminución de pérdidas de materiales y malgasto de mano de obra. Además, al vincular la información 3D del modelo con la cuarta y la quinta dimensión (cronograma y costo respectivamente) se pueden detectar interferencias espaciotemporales, visualizar situaciones de riesgo, rastrear y controlar recursos para asegurar que sean aplicados efectivamente, logrando de esta forma una logística racional y un proceso de construcción más eficiente (Saldias, 2010).

Por ende, está provocando un cambio extraordinario en la forma en que funciona la industria de la construcción. Este cambio fundamental involucra el uso de programas informáticos de modelación digital para diseñar, construir y gestionar los proyectos de manera más eficiente (Nassar, 2010).

Todas las herramientas que trae consigo la metodología BIM se debe aprovechar de manera correcta para poder tener una mejor gestión de trabajo colaborativa y así obtener mejores resultados a la hora de gestionar un proyecto. Por otro lado, todo esto es posible si todas las áreas que operan en la construcción trabajaran de manera coordinada y poder unir metodologías de trabajo que también existen en la construcción como la metodología Lean Construcción que trabaja muy bien con el BIM y pueden obtener mejores resultados a la hora de empezar a gestionar un proyecto de construcción.

### Bases teóricas

BIM es una metodología totalmente diferente a la tradicional, por lo que en la Figura 1. Podemos diferenciar una de otra.

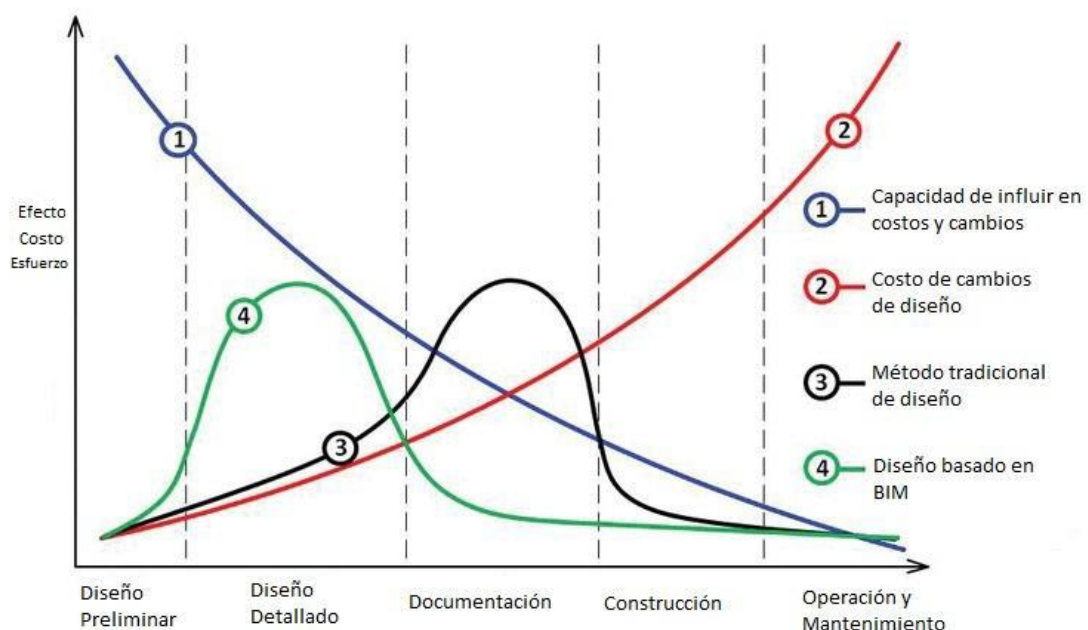


Figura 1. Curvas de distribución tiempo-esfuerzo en construcción.

Fuente: Adaptado Patrick McLeamy (2004)



Demostrándose que las decisiones tomadas al principio del proyecto durante la etapa de diseño pueden ser hechas a un bajo costo y con grandes beneficios.

Calcagno F. (2018) explica que:

La línea 1 indica que el esfuerzo es mayor cuando se encuentra en el proceso de diseño y construcción, mientras que, en la etapa de operación y mantenimiento, el esfuerzo y efecto es mínimo.

La línea 2 que va hacia la derecha y tiene una tendencia ascendente representa el costo de arreglar alguno de estos problemas de acuerdo con qué etapa me doy cuenta de que este problema existe. Si yo me doy cuenta al principio, el costo de arreglarlo es bajo, si me doy cuenta al final el costo será altísimo.

La línea 3 representa la forma y los tiempos habituales en los que, con las herramientas que conocíamos hasta hoy se toman estas decisiones.

La línea 4, es lo que está proponiendo actualmente el BIM, generar un modelo donde se pueden ensayar las cosas y en donde las decisiones se tomen antes y no después.

Autodesk (2012) menciona que el ciclo de vida de un proyecto de construcción está constituido por las etapas que atraviesa una edificación desde su concepción hasta el fin de su vida útil, donde presenta un diagrama en un video titulado “BIM for the Building Lifecycle”, (ver figura 2), podemos visualizar cómo el BIM implica en todo el ciclo de vida de la edificación o infraestructura. Por otro lado, Gonzales (2015) nos indica que en la figura 2, se muestra el proceso constructivo. Se trata de un proceso circular en el que todos los procesos concurren alrededor del modelo central BIM. Se observan procesos como el diseño conceptual, diseño de detalles, análisis térmicos, documentación, fabricación de materiales, aspectos 4D (tiempos) y 5D (costes) de los que se hablarán más adelante, organización, programación, mantenimiento, e incluso derribo; toda la vida útil del proyecto.

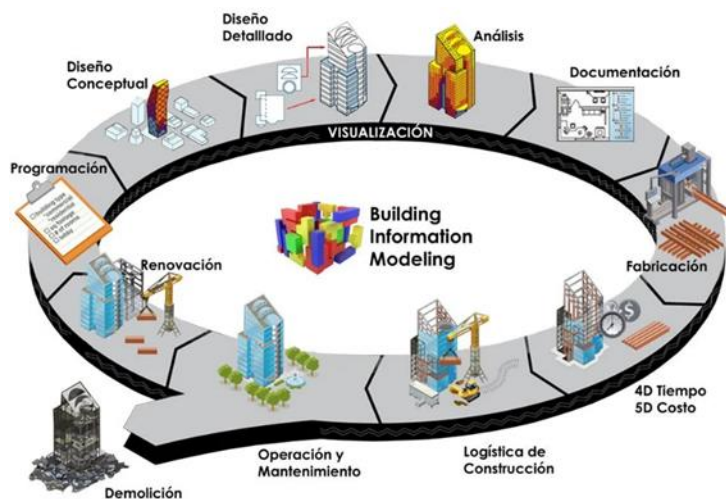


Figura 2. Ciclo de vida de una edificación.

Fuente: Kia, (2013)

### **Las dimensiones BIM**

Desde el momento en que nace como idea un proyecto hasta que logra concretarse y su posterior operación y mantenimiento se verá sometido a diversos cambios y agentes que trabajarán y coordinarán para lograr la ejecución de este. (García, 2017, p. 32).

Un modelo BIM nos da la posibilidad de “gestionar desde una única herramienta todos los procesos necesarios para la correcta gestión de los documentos, permitiéndonos no solo modelar sino tener una planificación de los costos y tiempos de la obra, sostenibilidad, simulaciones, mantenimiento del edificio”. (García, 2017, p. 32).

Con BIM, al realizar una modificación o actualización en el proyecto, el cambio se aplica de manera inmediata y automática en los diferentes documentos involucrados. Esto es posible gracias a que todos los programas utilizados se encuentran relacionados entre sí, logrando un ahorro en el tiempo destinado para tales modificaciones. (García, 2017, p. 32).

El BIM se divide en diferentes dimensiones las cuales vamos a explicar a continuación (ver figura 3).

### **BIM 3D**

Después de juntar la información necesaria se elabora el modelo 3D que nos servirá como base para futuras actualizaciones en todo el ciclo de vida del proyecto. “Es más que una representación gráfica de la idea; el modelo 3D no solo es algo visual, sino que incorpora toda la información que se necesitará para las siguientes dimensiones” (Sánchez, 2016, p. 42). Dicha información contempla los metrados, el avance real de la obra, las sectorizaciones, etc., además que dicho modelo tiene todas las especialidades y que si hubiera algún cambio en el modelo se cambiará en todos los parámetros configurados.

### **BIM 4D**

La principal característica que tiene y diferencia el BIM con otras metodologías, es el Dinamismo; “a lo que hasta ahora podría considerarse algo estático se le aporta la dimensión del tiempo. De modo que podemos definir las fases del proyecto, realizar su planificación temporal; así como establecer simulaciones de parámetros temporales” (Sánchez, 2016, p. 42). Con ayuda de la herramienta Navisworks podemos hacer simulaciones de cómo sería el proceso constructivo de un proyecto y así tener una mejor visión a la hora de planificar la descarga de materiales, el posicionamiento de la grúa, el vaciado de concreto entre otros.

### **BIM 5D**

Esta dimensión comprende el análisis y estimación de los costos del proyecto, además de su control a medida que se avance o el proyecto se vea modificado por ciertas circunstancias; esto se relaciona directamente con la rentabilidad. Al integrar información específica de cada uno de los elementos que componen un modelo BIM es relativamente sencillo generar informes de presupuestos durante la etapa de operación de la infraestructura e incluso en la etapa de mantenimiento. (Sánchez, 2016, p. 42). Mediante la unión de los costos y el modelado 3D se puede obtener

presupuestos mucho más rápidos a la hora de tener el proyecto, por otro lado, si se actualiza los costos de los materiales se verá reflejado automáticamente en los informes de presupuesto y en el modelado por lo que se puede compartir mediante la nube y así compartir dicha información en el instante.

### **BIM 6D**

Simula el comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, entregando información fundamental para la toma de decisiones. Se hace un cálculo de la huella de carbono. Gracias a esto es posible seleccionar las mejores técnicas y tecnologías para cada proyecto, optimizando el consumo de energía y reduciendo lo más posible los daños al medio ambiente. (Sánchez, 2016, p. 42). Gracias al BIM 6D y sus herramientas podemos simular un análisis energético del proyecto a estudiar en el cual podemos hacer un análisis de sostenibilidad, seguimiento de elementos sostenibles y seguimiento de certificaciones LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental).

### **BIM 7D**

Permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados. Esta dimensión aporta el control logístico y operacional de la infraestructura durante su vida útil, logrando la gestión del activo a través de la optimización de procesos tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos o consumos (Santamarta, 2018, p. 30). Con un modelo digital con todos los datos en un solo lugar es más práctico para los operadores de mantenimiento generar perfiles de gasto y planificar con años de antelación actividades de mantenimiento, por otro lado, si en algún momento de la vida útil del edificio ocurre refracciones o ampliaciones de la obra, se puede actualizar el modelo y todos los planos se actualizarán de manera automática, esto conlleva un ahorro de tiempo y dinero.



Figura 3. Dimensiones del BIM

Fuente: Santamarta, (2018)

### Niveles de desarrollo de los elementos BIM

LOD, del inglés “Level Of Development”, es un indicador que nos dice el nivel de desarrollo que en cada caso tiene o se ha de ejecutar en el modelo BIM de cualquier edificación o infraestructura (Bimnd, 2017).

LOD 100: se trata de un nivel de aspecto físico, propuesta visual o de diseño conceptual que viene a equivaler a un 20% de la cantidad de información total posible.

LOD 200: se considera un nivel básico o esquematizado que incluye información dimensional parametrizada y viene a equivaler a un 40% de la cantidad de información total posible (Bimnd, 2017). Este nivel se debe representar dimensiones, forma y ubicaciones aproximadas.

LOD 300: en este nivel los elementos ya incluyen funciones determinadas, además de sus dimensiones geométricas y corresponde a un 60% de la cantidad de información total posible (Bimnd, 2017). Este nivel requiere un tamaño específico, ubicación y orientación y material correcto del elemento.

LOD 400: ya en este nivel los elementos cuentan con la información de un LOD 300 más los parámetros de un modelo concreto, fabricante, coste, etc. y se contempla ya a nivel de proyecto de contratación o construcción, equivaliendo a un 80% de la cantidad de información total posible (Bimnd, 2017).

LOD 500: a este nivel se le conoce como “AS BUILT”, es decir, hace referencia a un nivel en el que el modelo es una la réplica de gran fidelidad a la edificación ya construida. Este nivel se entiende que contiene el 100% de la información total posible, aunque realmente no tiene por qué ser así, como a continuación aclararemos (Bimnd, 2017).

En la figura 4 podemos apreciar las diferencias entre un LOD a otro LOD.



Figura 4. Nivel de desarrollo del BIM

Fuente: Cadbim3d, (2013)

### **Detección de conflictos**

Según Alcántara (2013) dice que la construcción consiste en la materialización de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. En obra, los enfrentamientos entre estas especialidades pueden significar retrabajo, generando pérdidas en términos de tiempo y costes. Al respecto, la tecnología BIM puede ser usada para detectar estos conflictos o interferencias, ayudando a evitar los riesgos que puedan derivar de la no identificación de estos.

Entre los beneficios de utilizar las tecnologías BIM para detección de conflictos están:

- Ayuda a la coordinación de los diseños y la ingeniería.
- Facilita la revisión completa del diseño.
- Permite la identificación rápida de los conflictos e interferencias (ver figura 5).
- Capacidad para explorar opciones, integrar los cambios en los modelos BIM y eliminar los riesgos.
- Permite hacer un seguimiento de las actividades de construcción
- Minimiza el reproceso y los desperdicios.

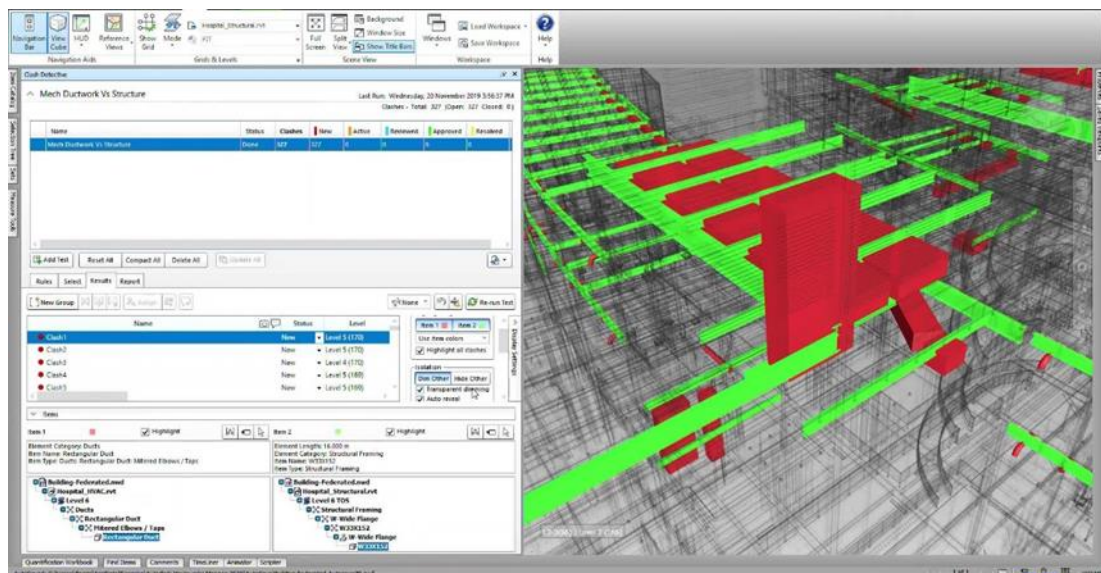


Figura 5. Detección de interferencia con el programa Navisworks

Fuente: Cadbim3d, (2013)

Mediante el programa Navisworks, se puede identificar de manera rápida los conflictos e interferencias que puede haber entre especialidades, esto ayuda a la coordinación de los diseños y la ingeniería para que puedan hacer una revisión más detallada y completa del diseño, por otro lado, la detección temprana de interferencia y conflictos hace que se minimice el reproceso y los desperdicios en el cual no existiría adicionales de obra y por ende no exista un sobrecosto, esto significa que la empresa pueda generar la utilidad que desea obtener.

David Barco Moreno nos dice que existen 4 niveles para calificar las interferencias:

**Nivel 1:** se consideran críticas en el proceso de diseño y construcción, tendrán la máxima prioridad de resolución y serán rectificadas lo más pronto posible. Se pueden definir las pruebas:

- Conductos y tuberías HVAC vs falsos techos.
- Conductos y tuberías HVAC vs muros PCI (para coordinación de compuertas y otros accesorios MEP).
- Conductos HVAC y tuberías vs estructuras (vigas y pilares).
- Equipamiento con sus espacios de mantenimiento y accesos vs estructuras.
- Equipamiento y dispositivos HVAC vs equipamiento y dispositivos eléctricos.
- Conductos y tuberías HVAC vs fontanería.

**Nivel 2:** se consideran importantes en el proceso de diseño y de construcción, tendrán una prioridad alta y serán rectificadas durante las reuniones de coordinación durante el proceso de diseño. Se pueden definir las pruebas:

- Mobiliario industrial vs aparatos y dispositivos eléctricos.
- Mobiliario fijo vs aparatos y dispositivos eléctricos.
- Estructuras (vigas y pilares) vs equipos espaciales.
- Estructuras (vigas y pilares) vs equipos, aparatos y dispositivos eléctricos.
- Conductos y tuberías HVAC vs equipos, aparatos y dispositivos eléctricos.

**Nivel 3:** se consideran importantes para la evolución lógica del proceso de diseño y deben ser corregidas antes de pasar de una fase a otra.

- Mobiliario industrial vs muros



- Fontanería vs equipos, aparatos, dispositivos eléctricos, conductos, tuberías y equipamiento HVAC.
- Mobiliario fijo vs estructura (vigas y pilares).
- Espacios de mantenimiento vs puertas, dispositivos, muros y estructuras

**Nivel 4:** el resto de las colisiones que no se han descrito anteriormente, que no pueden ser ignoradas o excluidas, de menor importancia

### **Beneficios del BIM en la etapa de construcción**

Según Alcántara (2013) expresa que los beneficios del BIM en la etapa de construcción son los siguientes:

- Realizar análisis visuales o automatizados de interferencias físicas entre los diseños (detección de interferencias).
- Obtener reportes de cantidades de materiales (metrados).
- Intercambio electrónico de datos de diseño con proveedores.
- Simulación del proceso constructivo BIM-4D.
- Con la tecnología del edificio virtual, los propietarios están en una posición privilegiada que confirma la importancia de su papel, no sólo en los inicios del diseño de edificios, sino también en su planteamiento, mantenimiento y operación a largo de su ciclo de vida.

Mediante el programa Revit se puede tener reporte de metrados y gracias al modelado en 3D si se desea hacer actualizar algunos planos, estos se verán reflejados también en los metrados, por otro lado, se puede seguir el avance real de la obra y actualizarlo en el modelado para saber de qué manera está avanzando el proyecto y en todo caso se puede detectar si hay un retraso en la obra o se está yendo según lo planificado.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye la implementación de la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020?

### **1.2.1. Problemas específicos**

#### **1.2.1.1. Problema específico 1**

- ¿Cómo influye la implementación de la metodología BIM, modelando el proyecto utilizando softwares con interfaz BIM?

#### **1.2.1.2. Problema específico 2**

- ¿Cómo influye la implementación de la metodología BIM al momento de calcular el costo con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”?

#### **1.2.1.3. Problema específico 3**

- ¿Cómo influye la implementación de la metodología BIM al comparar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”?

#### **1.2.1.4. Problema específico 4**

- ¿Cómo influye la detección de interferencias en el proyecto a estudiar mediante la metodología BIM?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

##### **1.3.2.1. Objetivo específico 1**

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM, modelando el proyecto utilizando softwares con interfaz BIM con el fin de realizar análisis de forma eficaz.

##### **1.3.2.2. Objetivo específico 2**

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM al momento de calcular el costo con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”.

##### **1.3.2.3. Objetivo específico 3**

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM al comparar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”.

##### **1.3.2.4. Objetivo específico 4**

- Determinar la influencia de las interferencias detectadas en el proyecto a estudiar mediante la metodología BIM.

## **1.2. Hipótesis**

### **1.2.1. Hipótesis general**

- La implementación de la metodología BIM influye de manera positiva en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020.

### **1.2.2. Hipótesis específicas**

#### **1.3.2.1. Hipótesis específica 1**

- La implementación del modelado con softwares usados en la metodología BIM para el proyecto influye de manera positiva.

#### **1.3.2.2. Hipótesis específica 2**

- La implementación de la metodología BIM en el proyecto para poder determinar el costo del proyecto con el programa Revit influye de manera positiva.

#### **1.3.2.3. Hipótesis específica 3**

- La implementación de la metodología BIM en el proyecto para comprar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio en San Miguel” influye de manera positiva.

#### **1.3.2.4. Hipótesis específica 4**

- Al implementar la metodología BIM para identificar las interferencias en el proyecto a estudiar influye de manera positiva.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según Oblitas (2018) el tipo de investigación aplicada según el propósito está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado; para nuestro caso el tipo de investigación que se está utilizando es aplicativa debido a que tiene por objeto la implementación de la metodología BIM en un proyecto específico como en el caso del proyecto Don Antonio.

Según Oblitas (2018) el tipo de investigación descriptiva según su profundidad tiene como objetivo central describir el comportamiento de una o más variables dependientes en una población definida o en una muestra de una población y el tipo de investigación cuantitativa según la naturaleza de los datos se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis; por ende, la tesis en estudio es una investigación del tipo descriptiva con un enfoque cuantitativo debido a que detalla el procedimiento de una nueva metodología en el desarrollo del proyecto y trabaja con datos basados en la medición.

Según Oblitas (2010) el tipo de investigación no experimental según su manipulación de variable trabaja con hechos de experiencia directa no manipulados. Este tipo de investigación se basa fundamentalmente en la observación, por ende, la tesis actual se encuentra inmersa en el tipo no experimental ya que está basada en el análisis, aplicación y observación de los diferentes comportamientos en la implementación de las herramientas propuestas por el BIM.

## 2.2. Materiales, instrumentos y métodos

### **Materiales**

Según Quiroa (2020) los recursos materiales son todos los insumos, materias primas, herramientas, máquinas, equipos y todo elemento físico que se requieren para realizar el proceso de producción de una empresa. Para el desarrollo de esta presente tesis se utilizará materiales tales como, lápices, papeles, planos de la construcción, laptop, pc y cuadernos. Todos estos se utilizarán para un correcto desarrollo de la tesis.

### **Instrumentos**

Según Romero (2020) los instrumentos son utilizados para la recolección de datos, las variables, dimensiones, indicadores, su diseño, construcción, validez y fiabilidad; así como la justificación de la idoneidad de este para el alcance de los objetivos fijados; por ende, está presente tesis se utilizará instrumentos tales como softwares con la plataforma BIM como Revit, Navisworks además de programas como Excel y Word, para cumplir con los objetivos propuestos en esta investigación.

### **Métodos**

Según Gómez (2012) el método es el camino planeado o la estrategia que se debe seguir para obtener un resultado; éste opera con conceptos, definiciones, hipótesis, variables e indicadores que son los elementos básicos que proporcionan los recursos e instrumentos intelectuales con los que se ha de trabajar para construir el sistema teórico de la ciencia, y así lograr el objetivo de la investigación; por ello, para lograr el objetivo planteado de implementar la metodología BIM en el edificio multifamiliar “Don Antoni” se realizó el modelamiento del diseño y construcción virtual del proyecto “Don Antonio en San Miguel, Lima 2020” mediante la utilización del programa Revit 2020 en el que se modelo con los planos aprobados por la municipalidad de San Miguel, además se halló las interferencias de las especialidades de arquitectura y

estructuras, con el programa Navisworks 2020 todos ellos utilizando la licencia estudiantil otorgada por la compañía Autodesk.

Posterior a ello, se realizó el procesamiento de datos obtenidos del programa Revit para poder hallar sus metrados correspondiente y por ende tener el presupuesto BIM, con la finalidad de obtener la comparación del presupuesto sin BIM vs el presupuesto con BIM del proyecto.

Así mismo, se detalló las conclusiones de los resultados obtenidos mediante la evaluación del caso de estudio realizado. Se listó recomendaciones para tener en cuenta obtenidas de la experiencia en la aplicación de esta investigación.

### **Caso de estudio: Edificio multifamiliar “Don Antonio”**

#### **Ubicación del proyecto**

La edificación propuesta para la presente investigación es el edificio multifamiliar “Don Antonio” el cual se encuentra ubicado en la calle La Madrileña, N°250 esquina con calle Macarena N°154, distrito de San Miguel en la provincia de Lima y departamento de Lima, como se puede apreciar en la figura 6.

El edificio comprende una edificación multifamiliar en el cual tiene 5 pisos más una azotea; de los cuales en el 1° y 2° piso se construyó un departamento, en el 3°, 4°, 5° se construyó la cantidad de un departamento por piso. Es así como entonces la edificación consta de un total de 4 departamentos.



Figura 6. Ubicación del proyecto mediante Google Earth

Fuente: Google Earth

### **Descripción del proyecto**

El edificio Don Antonio tiene un área de 157.05 m<sup>2</sup> y cuenta con la construcción de 4 departamentos los cuales contarán con (1 comedor, sala cocina, lavandería, baño de visita, hall, dormitorio principal con baño independiente y 2 dormitorios) por departamento cada uno conectado por escaleras y en parte superior contará con una azotea.

### **Arquitectura**

La arquitectura dada para la siguiente investigación se propone de la siguiente manera en la cual se describirán cada una de las áreas con las que contarán cada uno de los pisos que componen la edificación.



**Primer Piso:** En el primer nivel se tendrá el primer piso de 1 departamento y la escalera que conectará a los demás departamentos, además que cuenta con estacionamiento para 3 carros, una cocina, una sala, baño de visita y lavandería, como se puede apreciar en la figura 7.

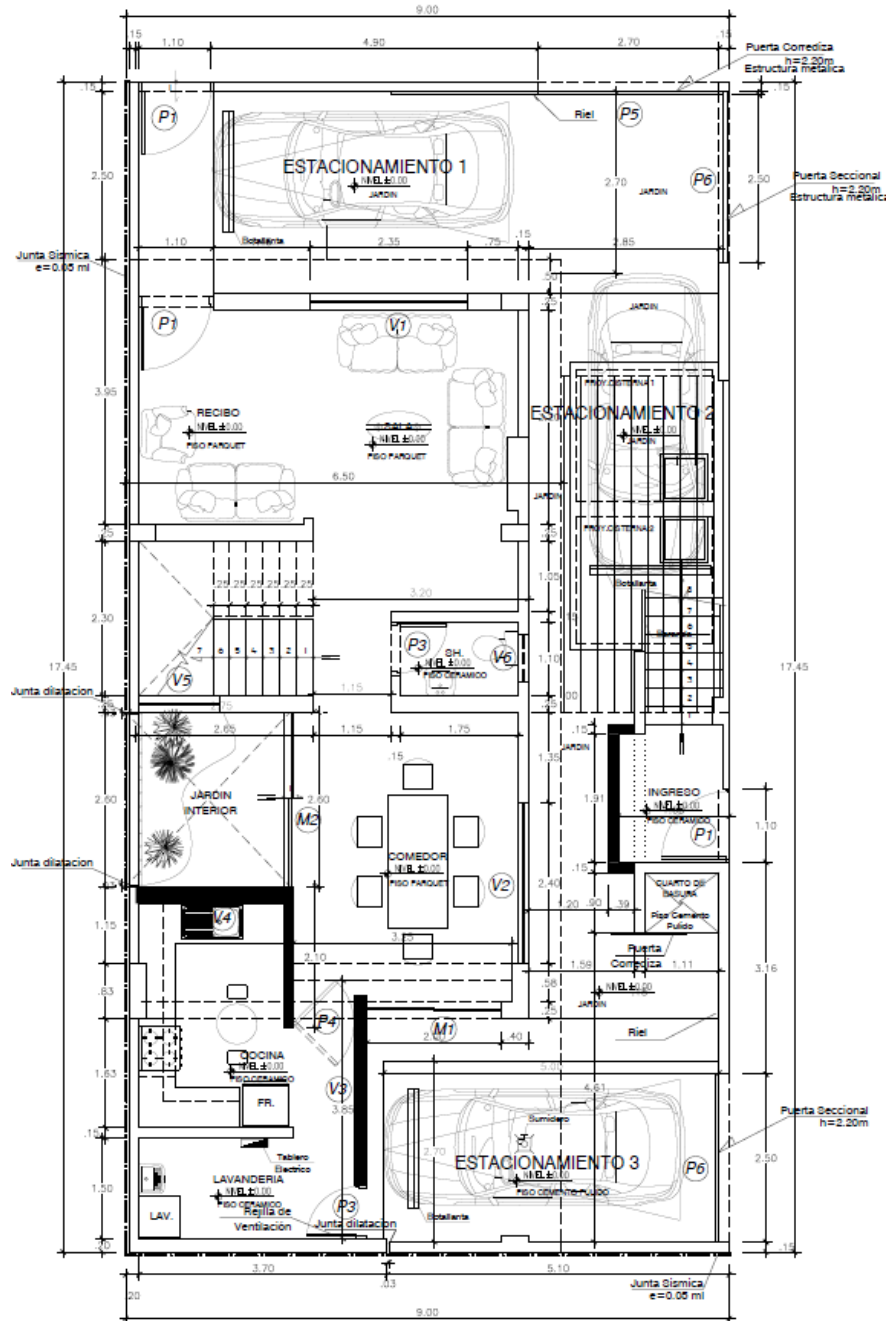


Figura 7. Planta de primer nivel – Arquitectura

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Jorge Alarcón B.

**Segundo Piso:** En el segundo piso contara con un dormitorio principal con baño propio, 3 dormitorios además de 2 baños que comparten los dormitorios y por último un cuarto de estudio, como se puede apreciar en la figura 8.

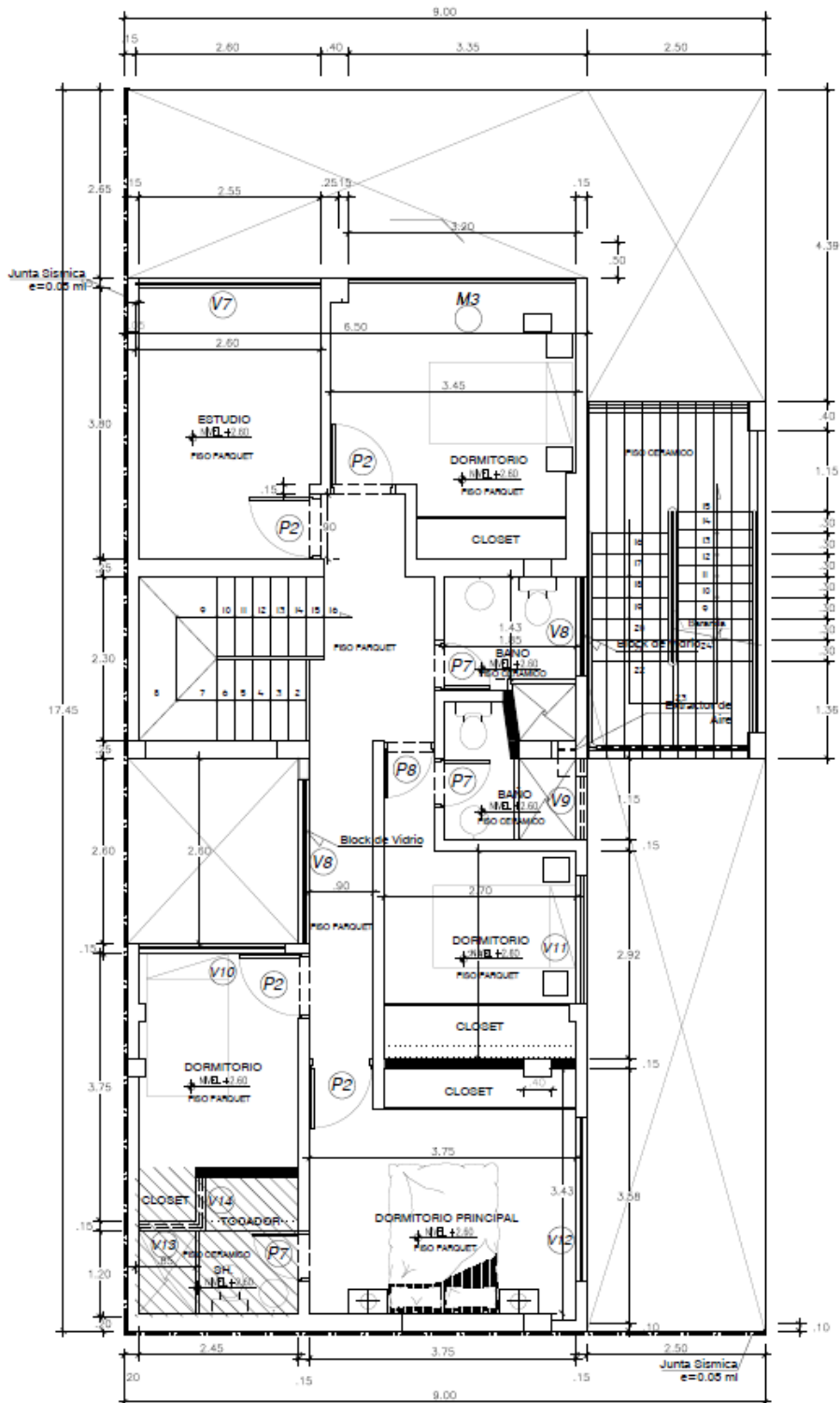


Figura 8. Planta de segundo nivel – Arquitectura

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Jorge Alarcón B.

**Tercer piso al quinto:** En estos niveles se pueden encontrar 1 departamento por nivel.  
Departamento: Cuenta con 1 dormitorio principal con baño propio, 2 dormitorios con baño compartido, sala – comedor, una cocina, un baño de visita y una lavandería, como se puede apreciar en la figura 9.

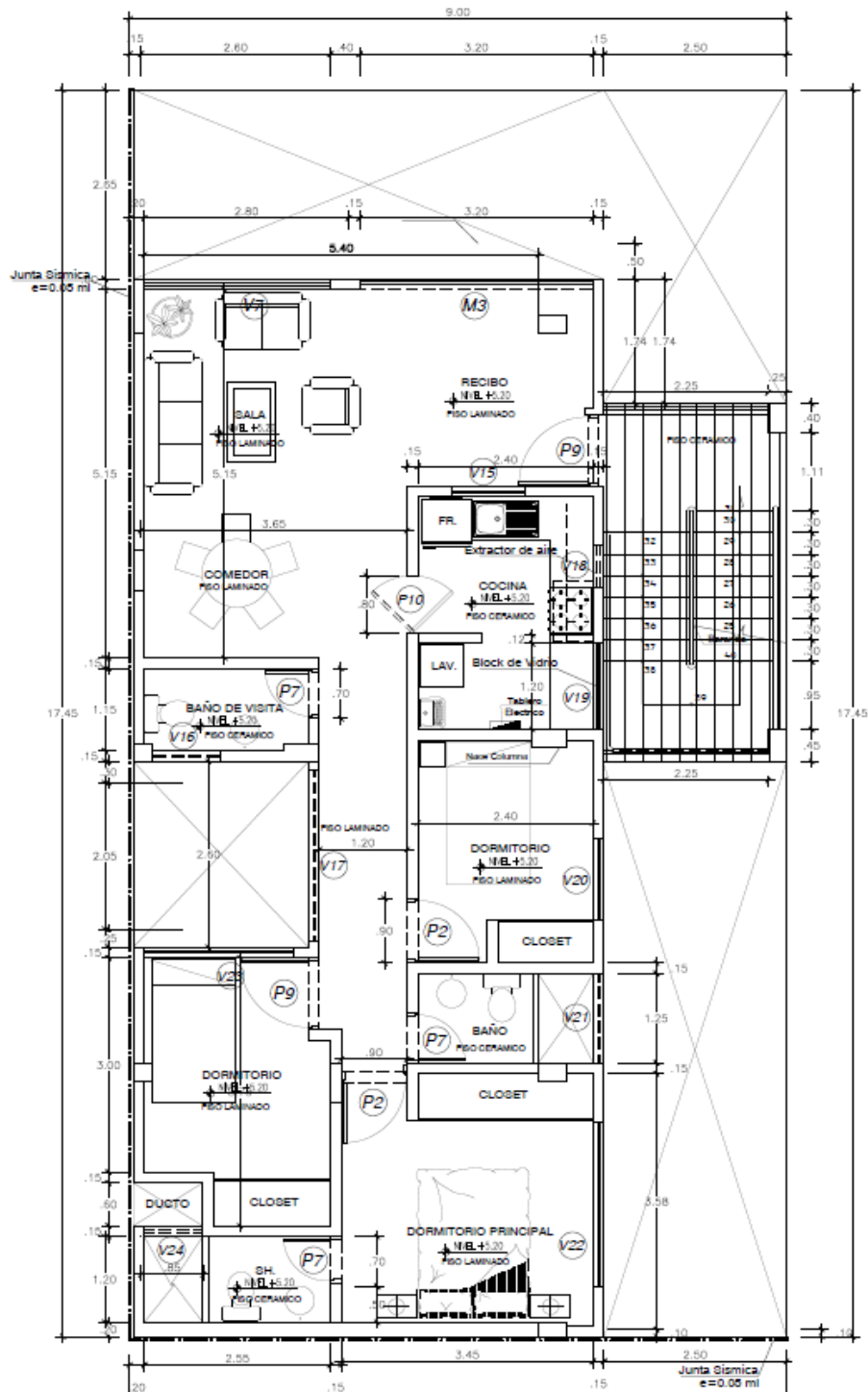


Figura 9. Planta 3°, 4° y 5° piso – Arquitectura

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Jorge Alarcón B.

**Azotea:**

La parte de la azotea está conformada por un almacén y los tanques elevados, como se puede apreciar en la figura 10.

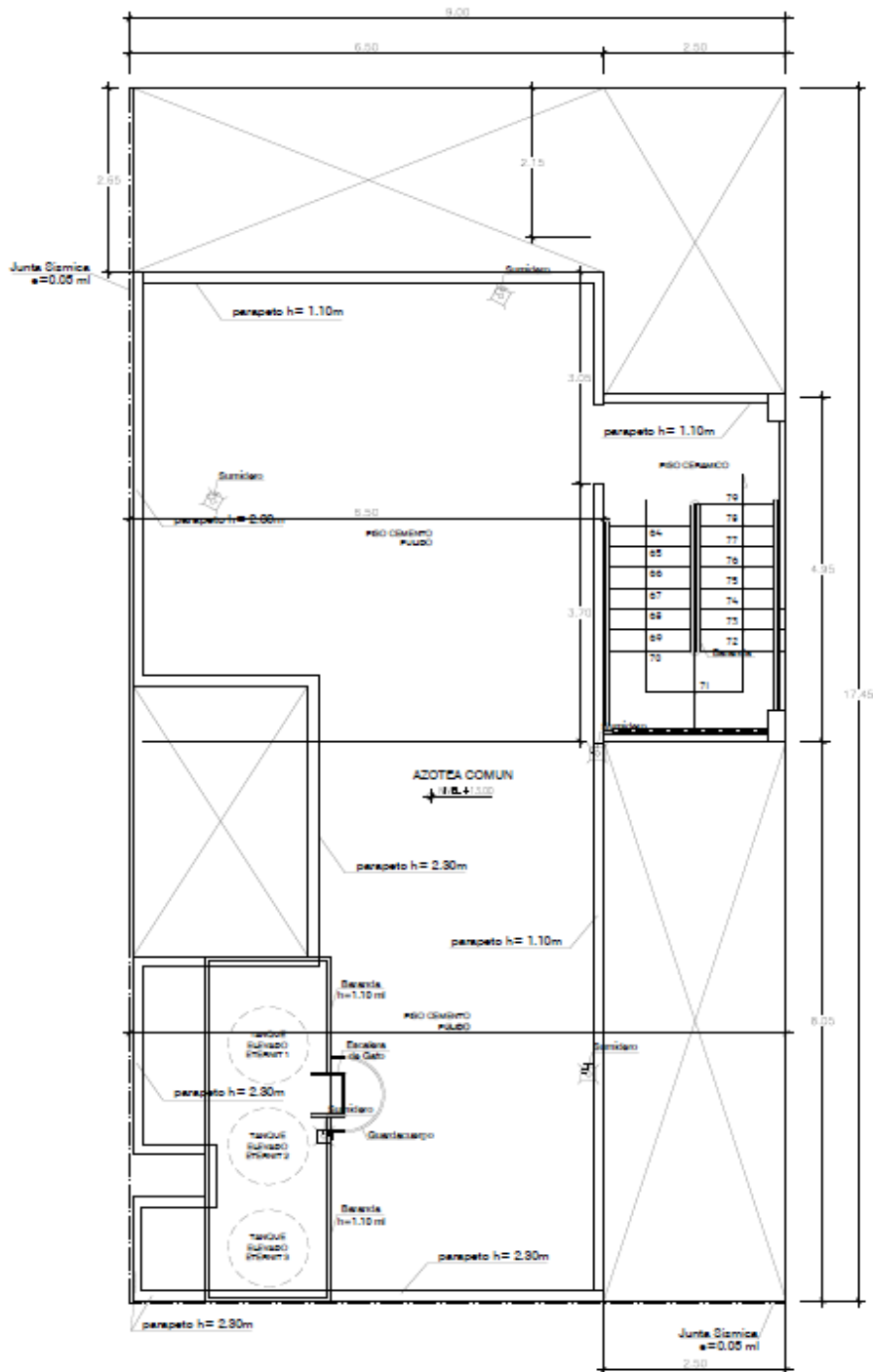


Figura 10. Planta de azotea – Arquitectura

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Jorge Alarcón B

### Estructura

En esta especialidad se podrá visualizar que la estructura es tipo porticada debido a que se conforma por vigas, columna y placas; también reforzadas con losas aligeradas y macizas de 200 mm de grueso. Dentro de la cimentación propuesta se puede decir que está conformada por zapatas, cimientos corridos y sobrecimiento. En la figura 11 se puede apreciar el plano de cimentación.

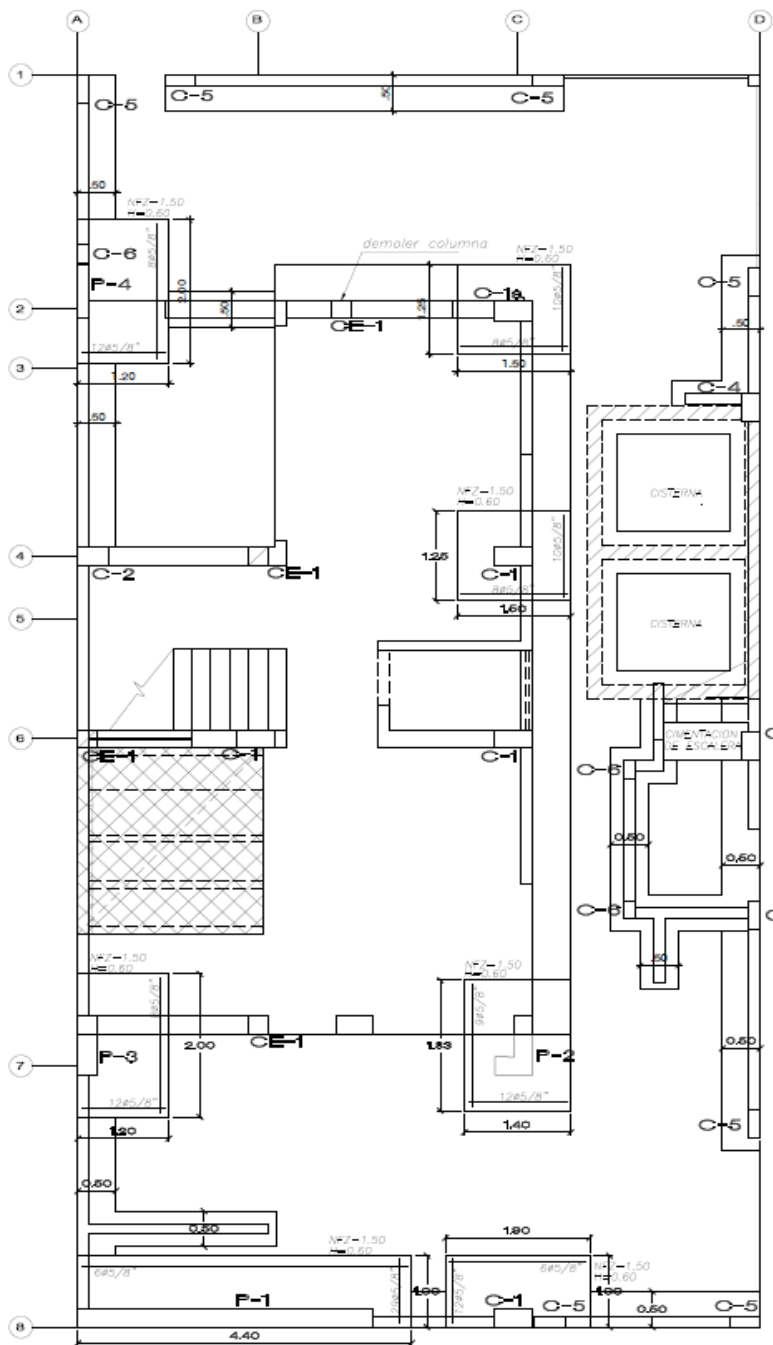


Figura 11. Planta de cimentaciones – Estructuras

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Julián Peñaranda P.

**Aligerado:**

También se mostrará los planos de los aligerados que van variando en algunos niveles tal como se mostrara en las siguientes figuras 12, 13, 14 y 15.

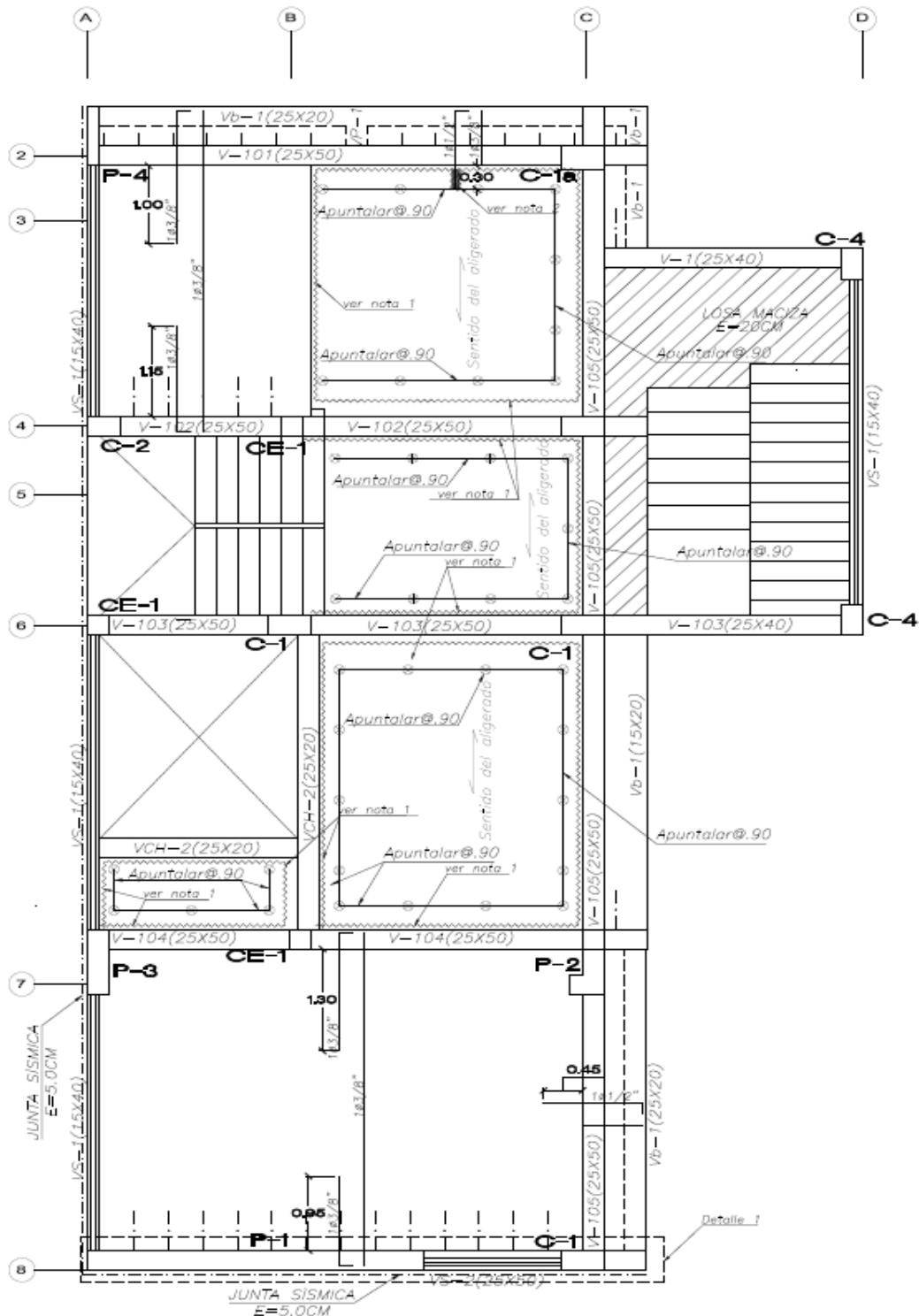


Figura 12. Planta de aligerado del primer piso

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Julián Peñaranda P.

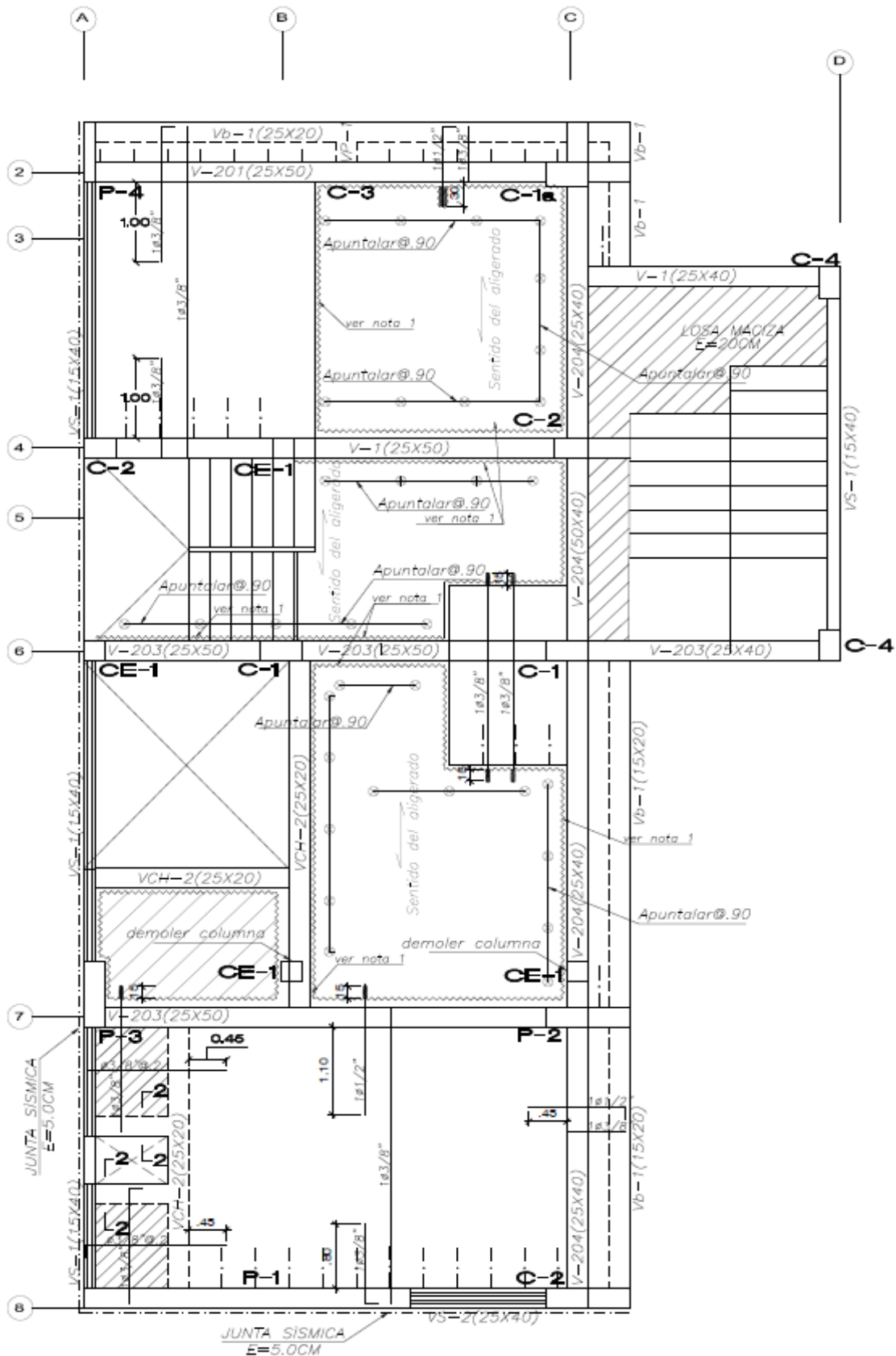


Figura 13. Planta de aligerado del segundo piso

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Julián Peñaranda P.





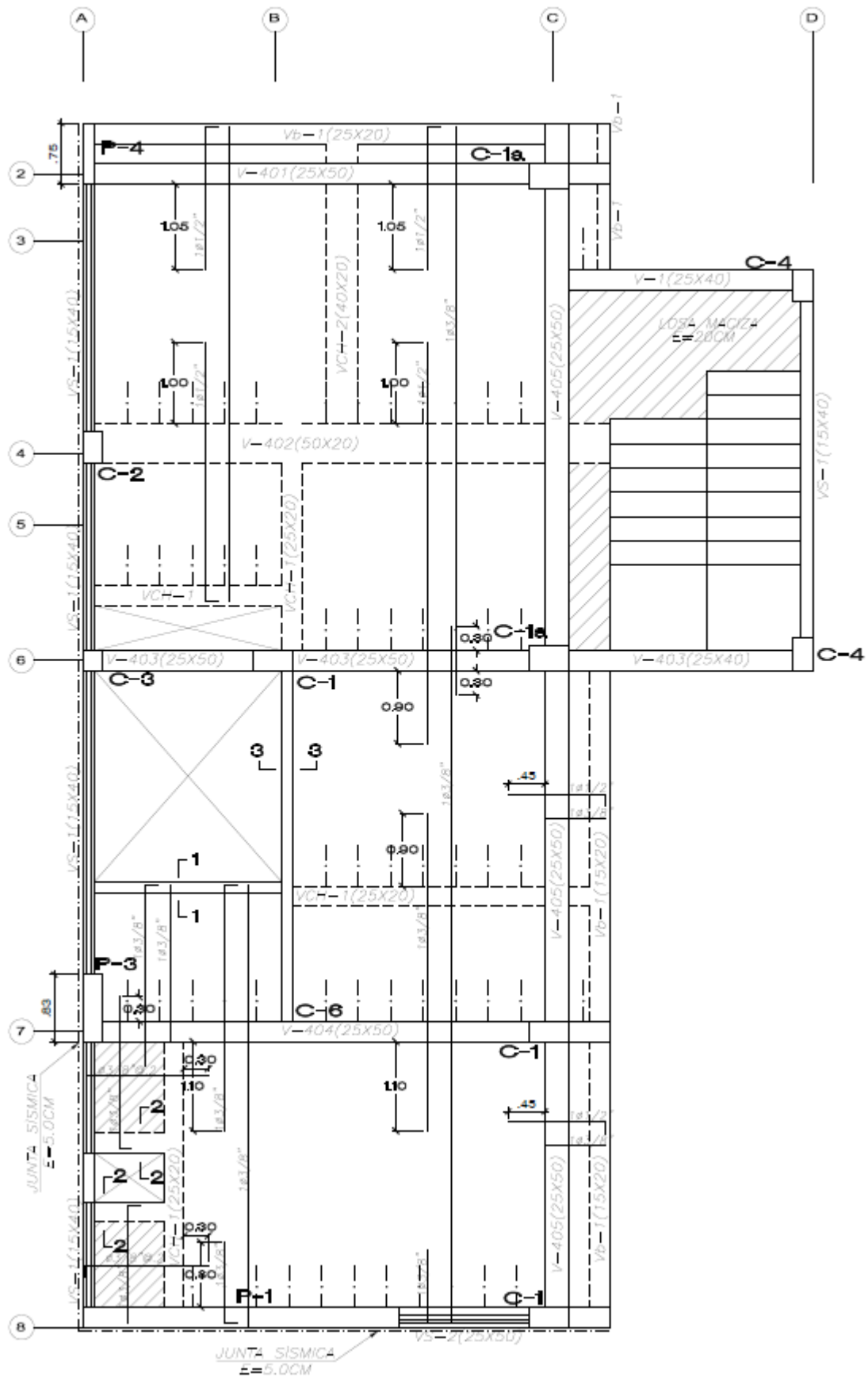


Figura 15. Planta de aligerado de cuarto y quinto piso.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Julián Peñaranda P.

**Instalaciones sanitarias:**

La siguiente partida se desarrolla con la colocación de agua fría, agua caliente y recolección de aguas residuales del edificio.

Agua fría y agua caliente: El sistema de agua fría cuenta con una cisterna de agua para consumo doméstico de 4.86 m<sup>3</sup>. En las figuras 16, 17, 18, 19, 20 y 21 se puede apreciar los planos de instalaciones.

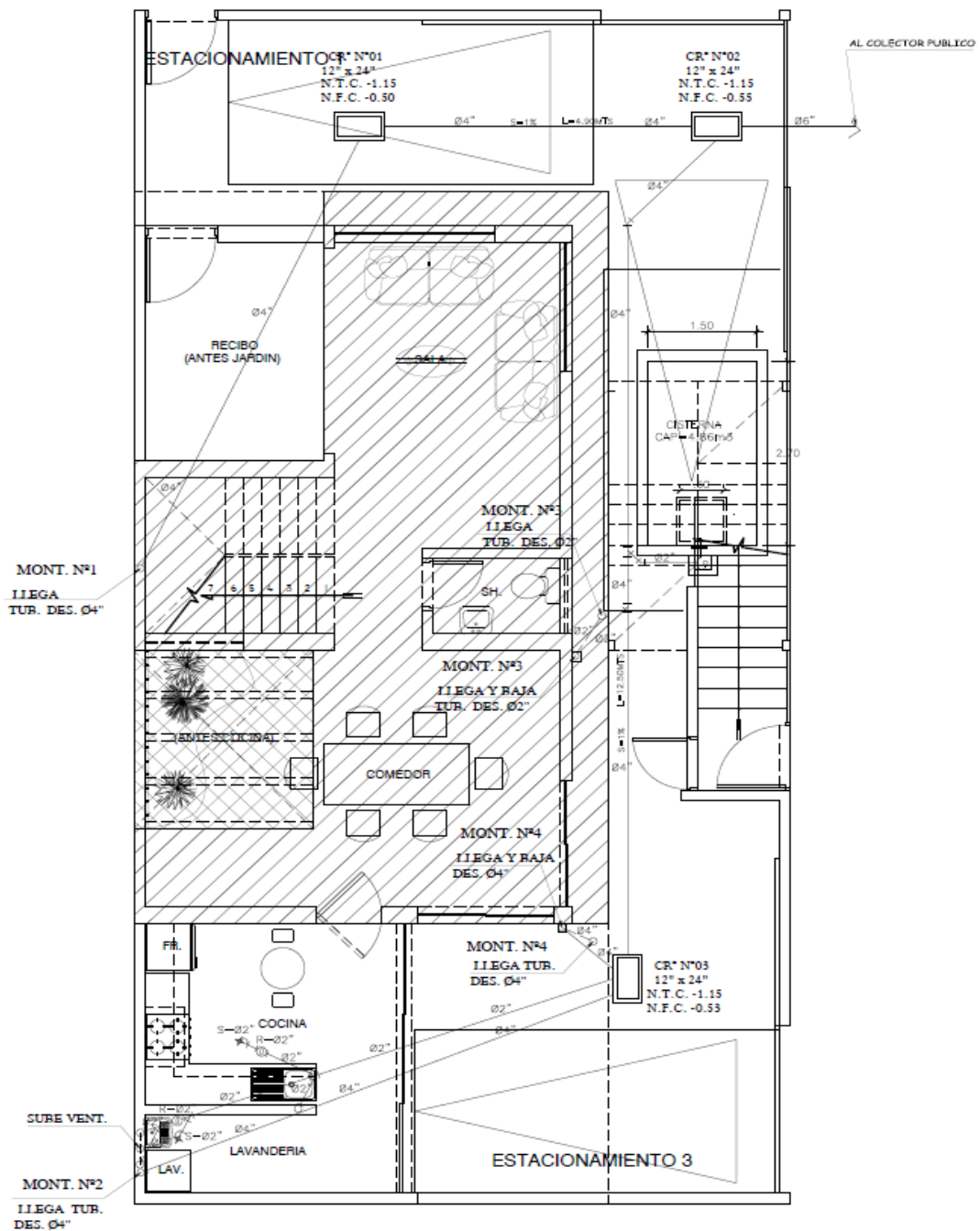


Figura 16. Plano agua fría y caliente - Primer piso.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Luis Lazo B.

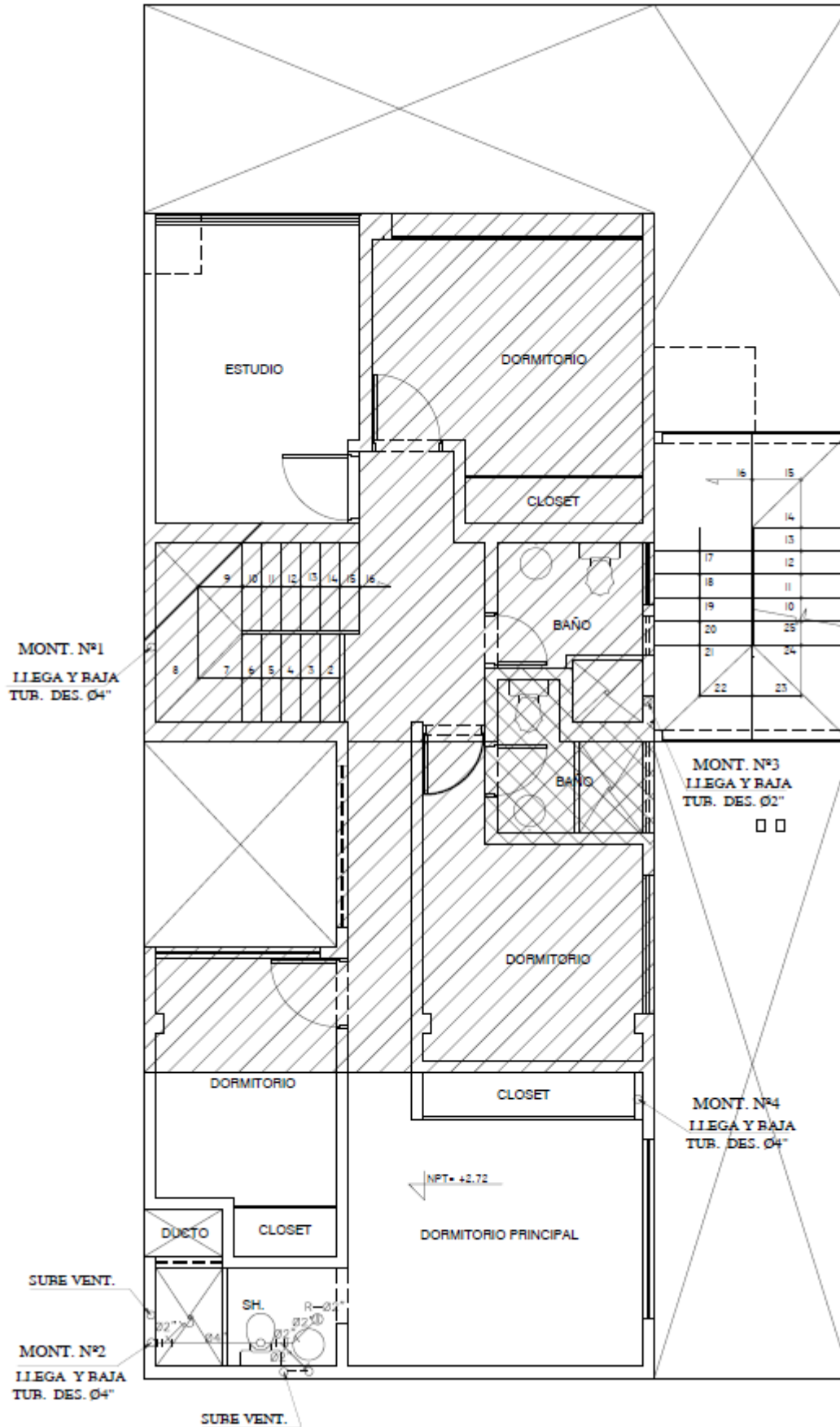


Figura 17. Plano de agua fría y caliente - Segundo piso.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Luis Lazo B.

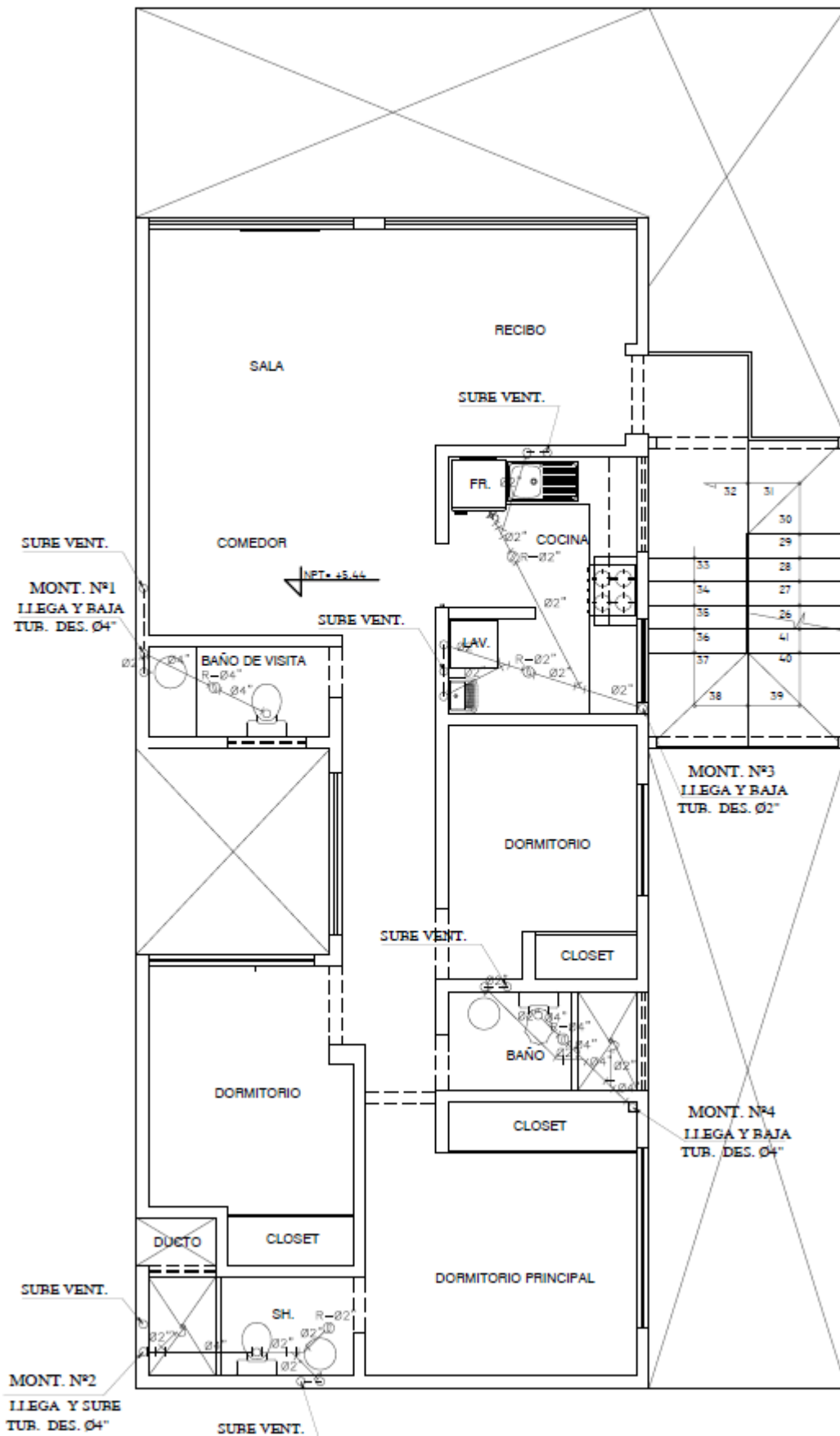


Figura 18. Plano de agua fría y caliente - Piso típico.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Luis Lazo B.

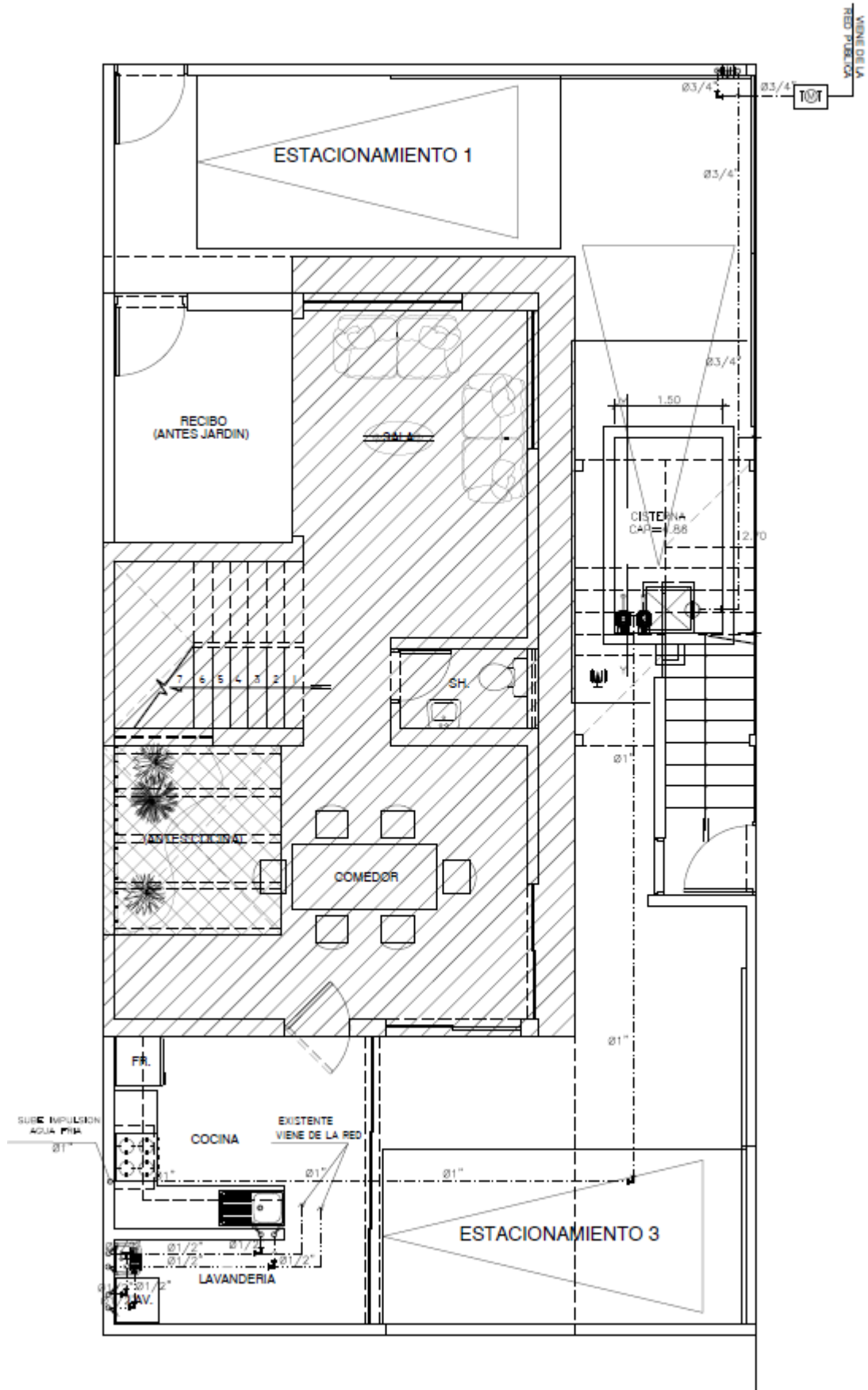


Figura 19. Plano de desagüe - Primer piso.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Luis Lazo B.

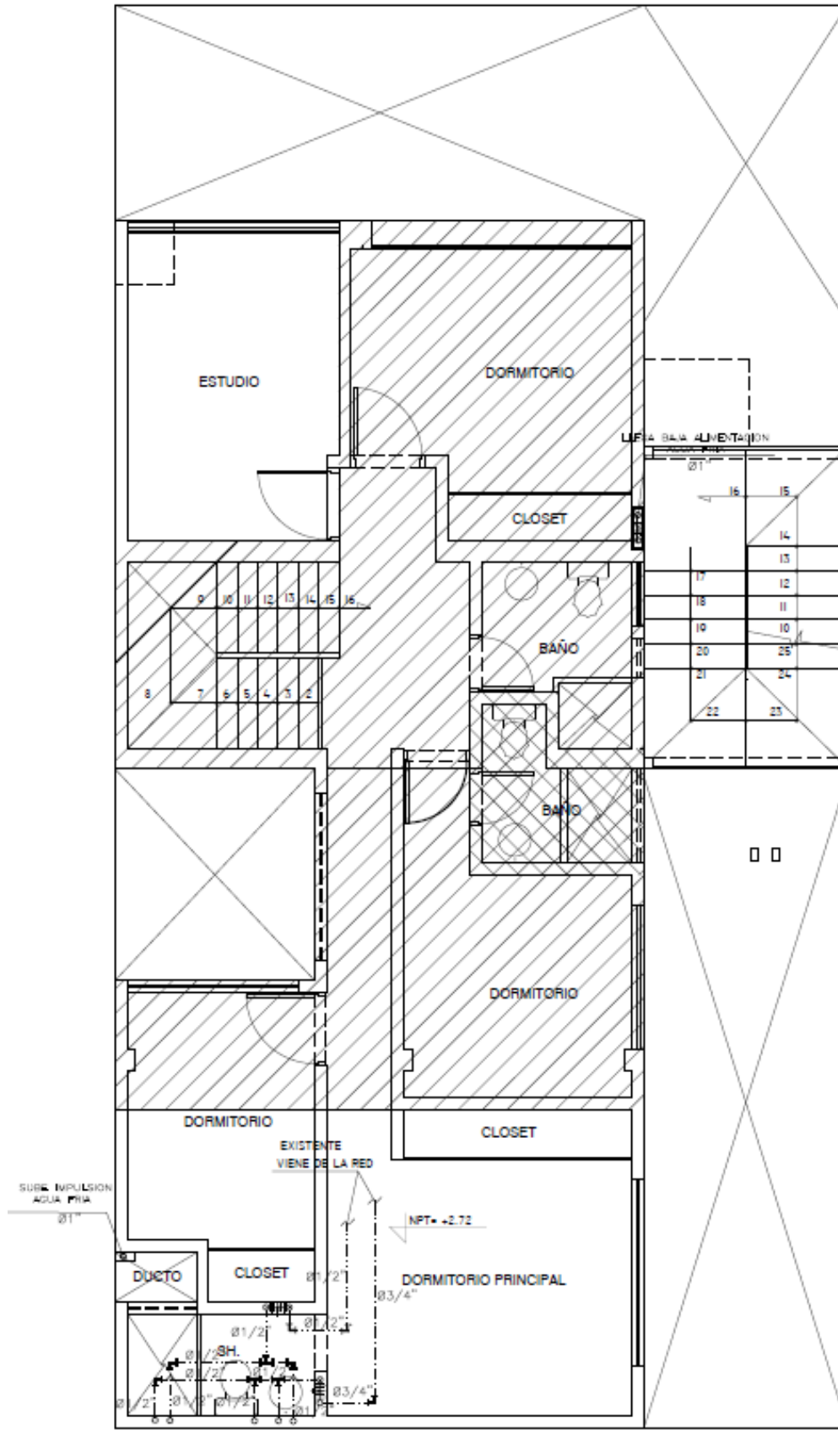


Figura 20. Plano de desagüe - Segundo piso.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Luis Lazo B.

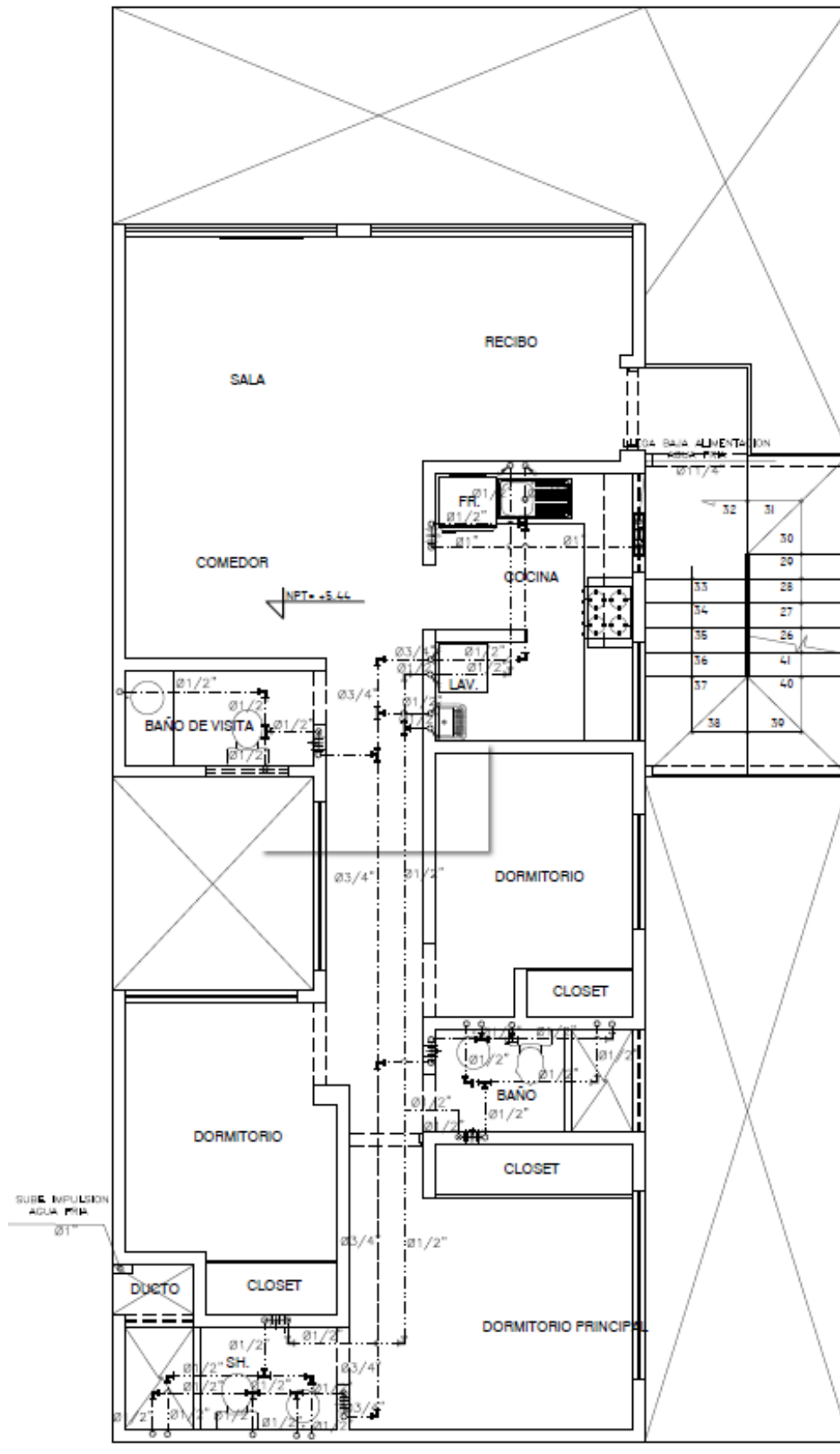


Figura 21. Plano de desagüe - Piso típico.

Fuente: Proyecto Don Antonio, proyectista Luis Lazo B.

## Modelado en 3D de arquitectura



Figura 22. Render del edificio multifamiliar Don Antonio

Fuente: Elaboración propia



### **Modelado en 3D de estructuras**

Así como el modelo anterior se realizó en el software Autodesk Revit 2018 el modelo de la especialidad de estructuras también se realizará con esta herramienta.

Dentro de la cimentación se modela las que lo conforman como son las zapatas, solados y cimiento corridos. Luego también los elementos que conforman la estructuras tales como columnas, placas, vigas y losas macizas y aligeradas.

No se tomarán en cuenta los muros en esta especialidad debido a que la albañilería no cumple ninguna función dentro de la estructura.

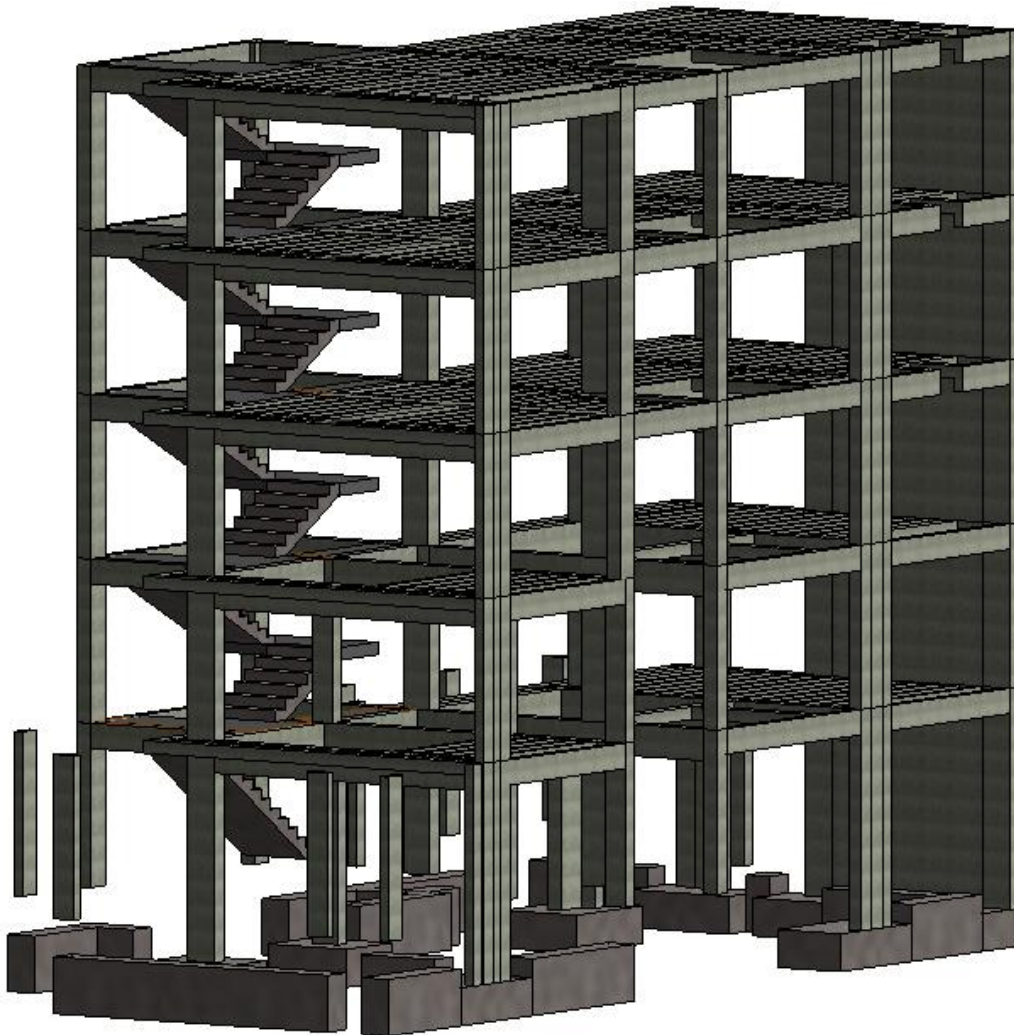


Figura 23. Modelado 3D de estructuras

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

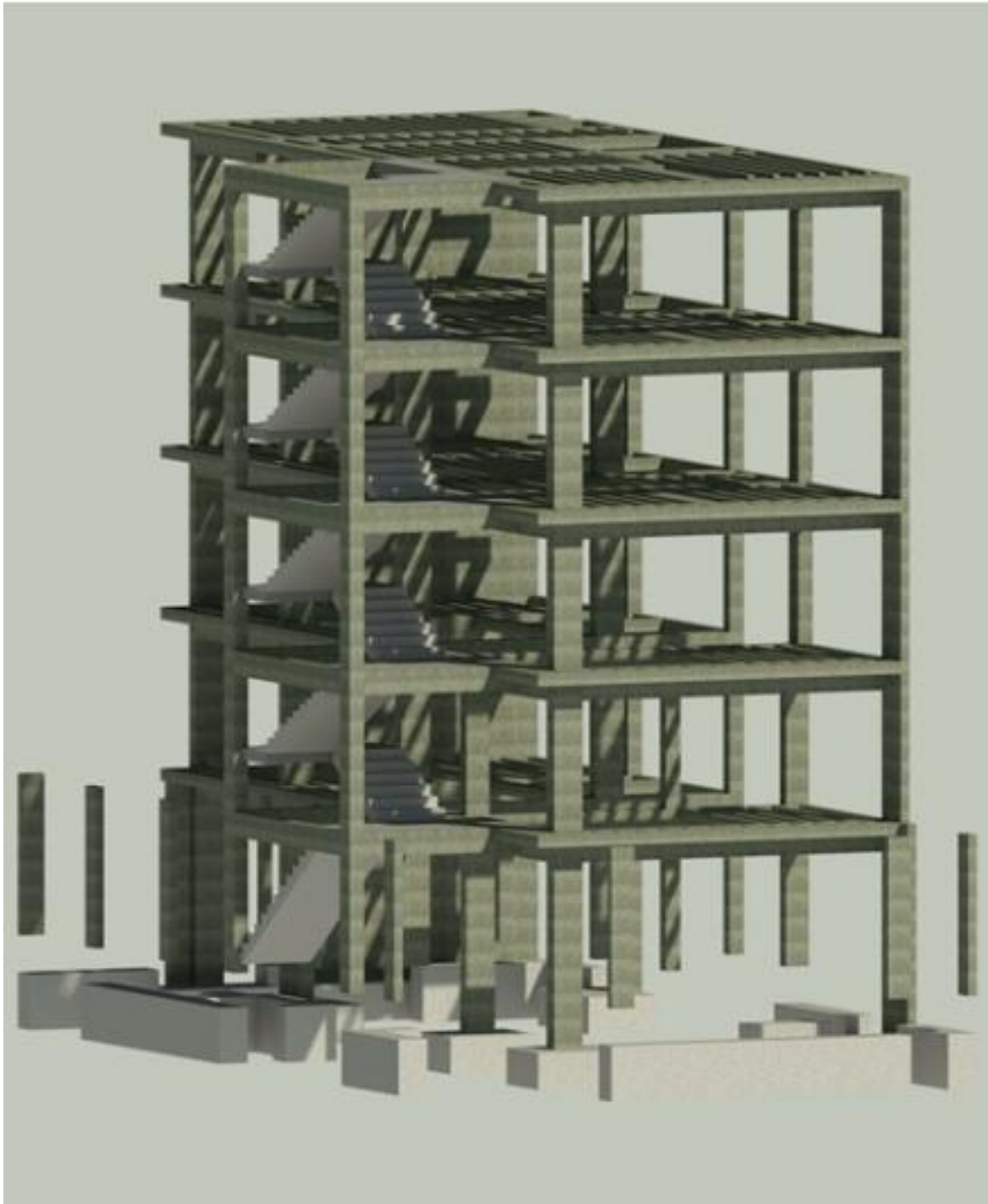


Figura 24. Modelado 3D de estructuras – realista

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

### Modelamiento del refuerzo estructural (acero)

También el software Autodesk Revit 2020 permite realizar el modelamiento del acero en toda la estructura tal como se mostrará en la figura 25.

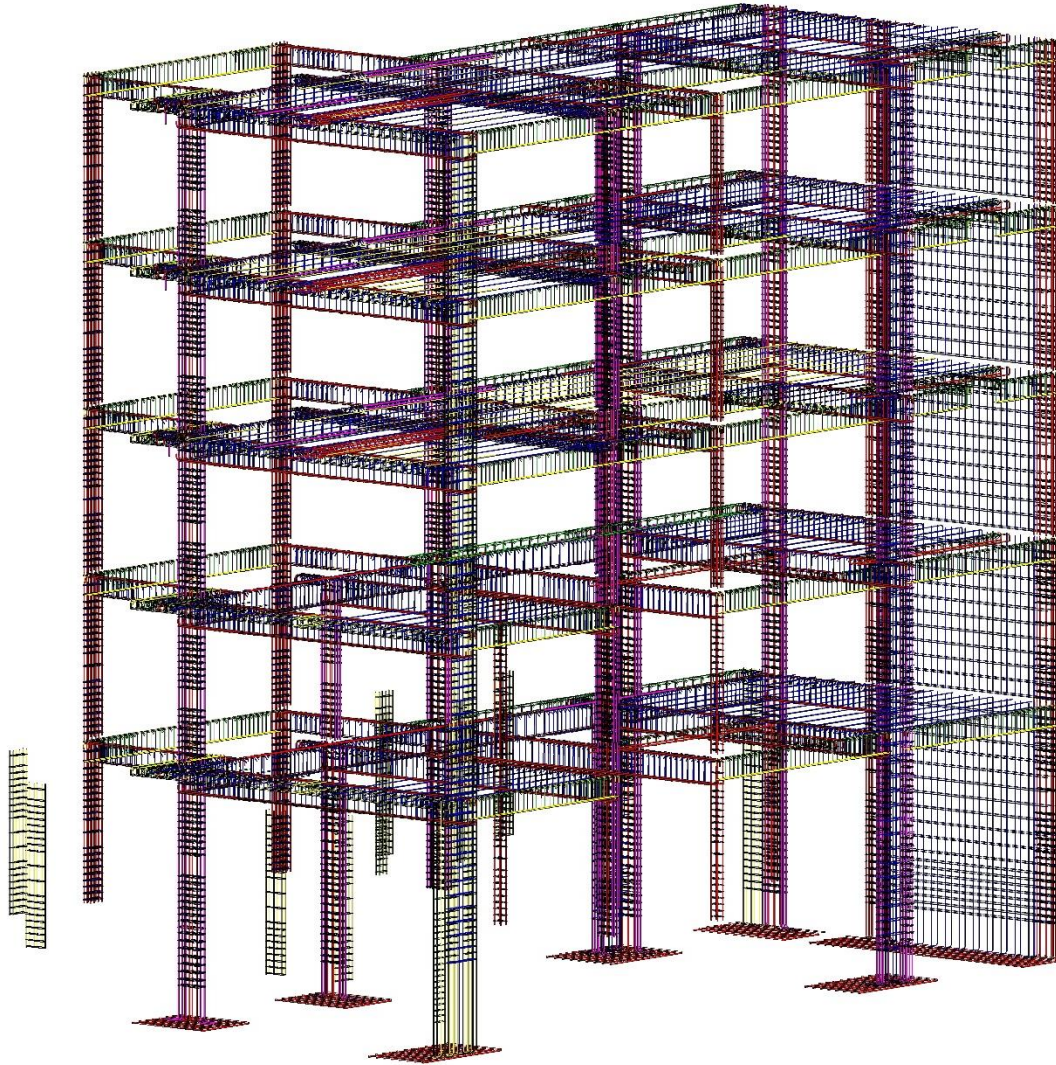


Figura 25. Modelo del refuerzo estructural

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

## Modelamiento de instalaciones sanitarias

Tal como se viene trabajando en la presente investigación, se procederá a realizar el modelamiento de las instalaciones sanitarias en el software Autodesk Revit 2020 que nos permitirá observar las distribuciones de cada red que se hará uso en la edificación tales como; red de agua fría, agua caliente y desagüe. Para ello se tomará en cuenta las diferentes distribuciones que se plantearon para la edificación según los planos existentes, respetando así cada uno de los diámetros y especificaciones indicados, en la figura 26, 27 se mostrará.

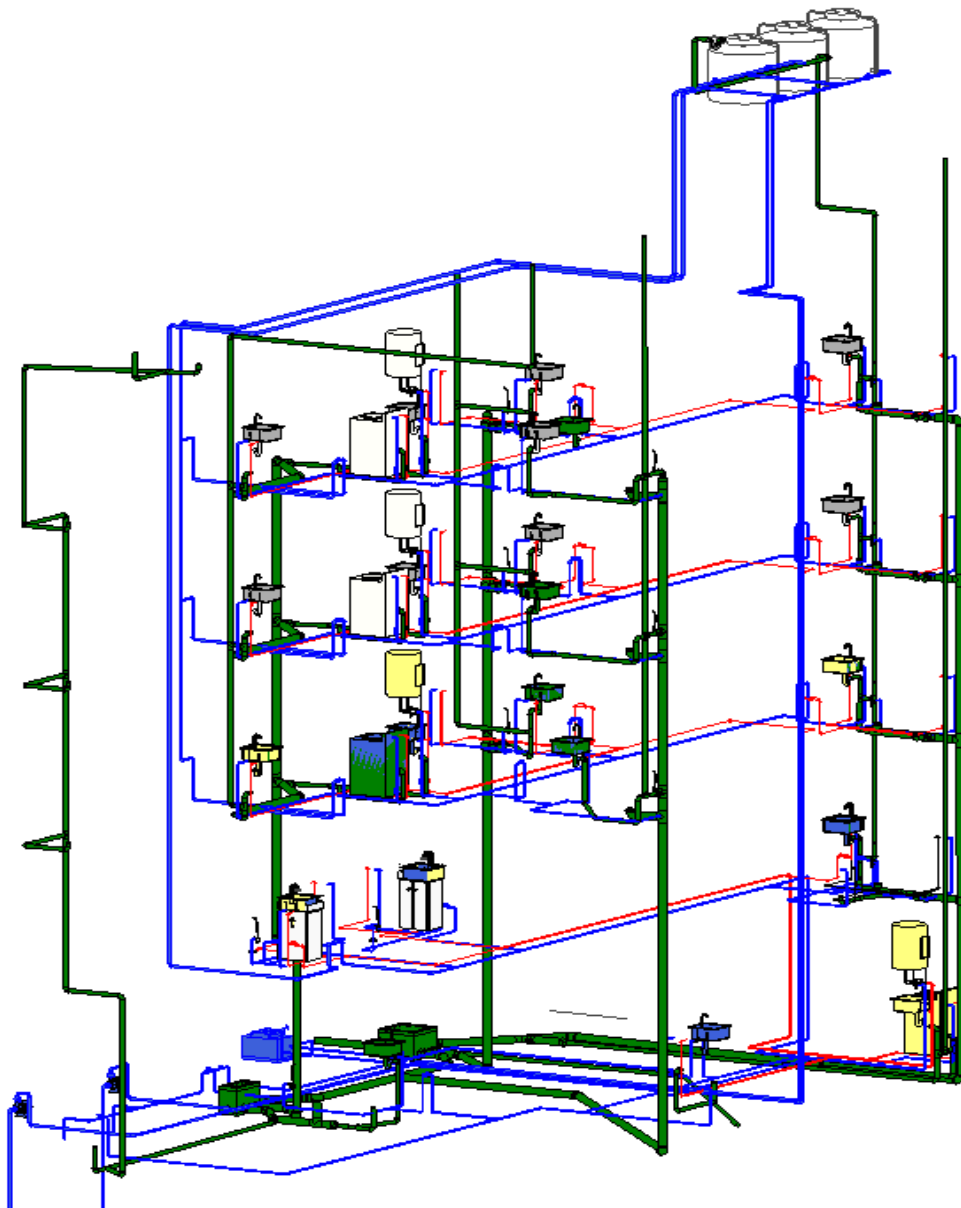


Figura 26. Modelo de las redes de instalaciones sanitarias.

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

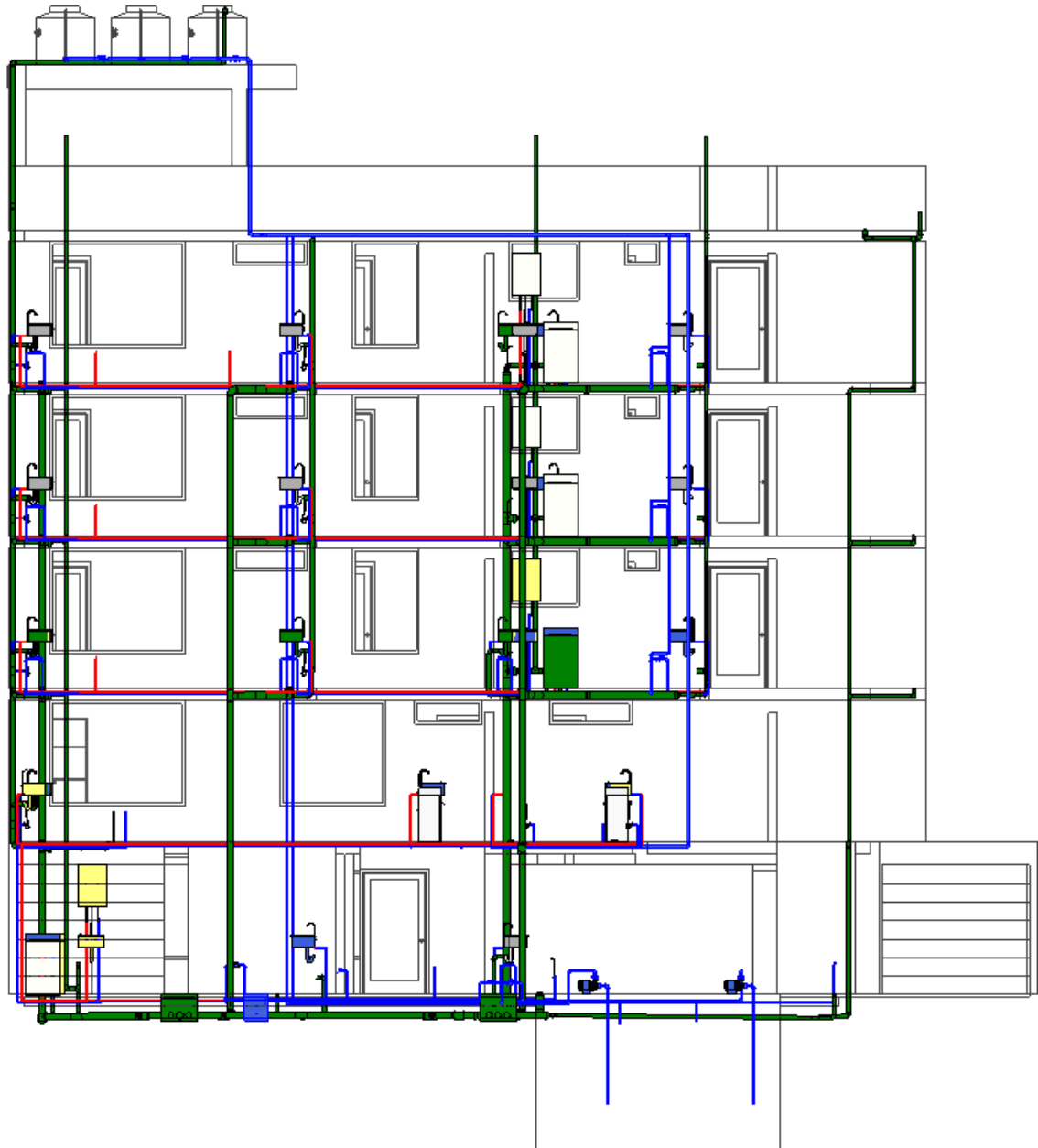


Figura 27. Modelo instalaciones sanitarias

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

**Agua fría:** A continuación, se presentará la distribución de agua fría realizado en toda la estructura del edificio, que brindará el abastecimiento de consumo a cada uno de los departamentos del edificio y se podrán observar el tipo y modelo de tubería y accesorios (codos, tees) que se usarán. En las figuras 28, 29 y 30 se puede apreciar los modelados.

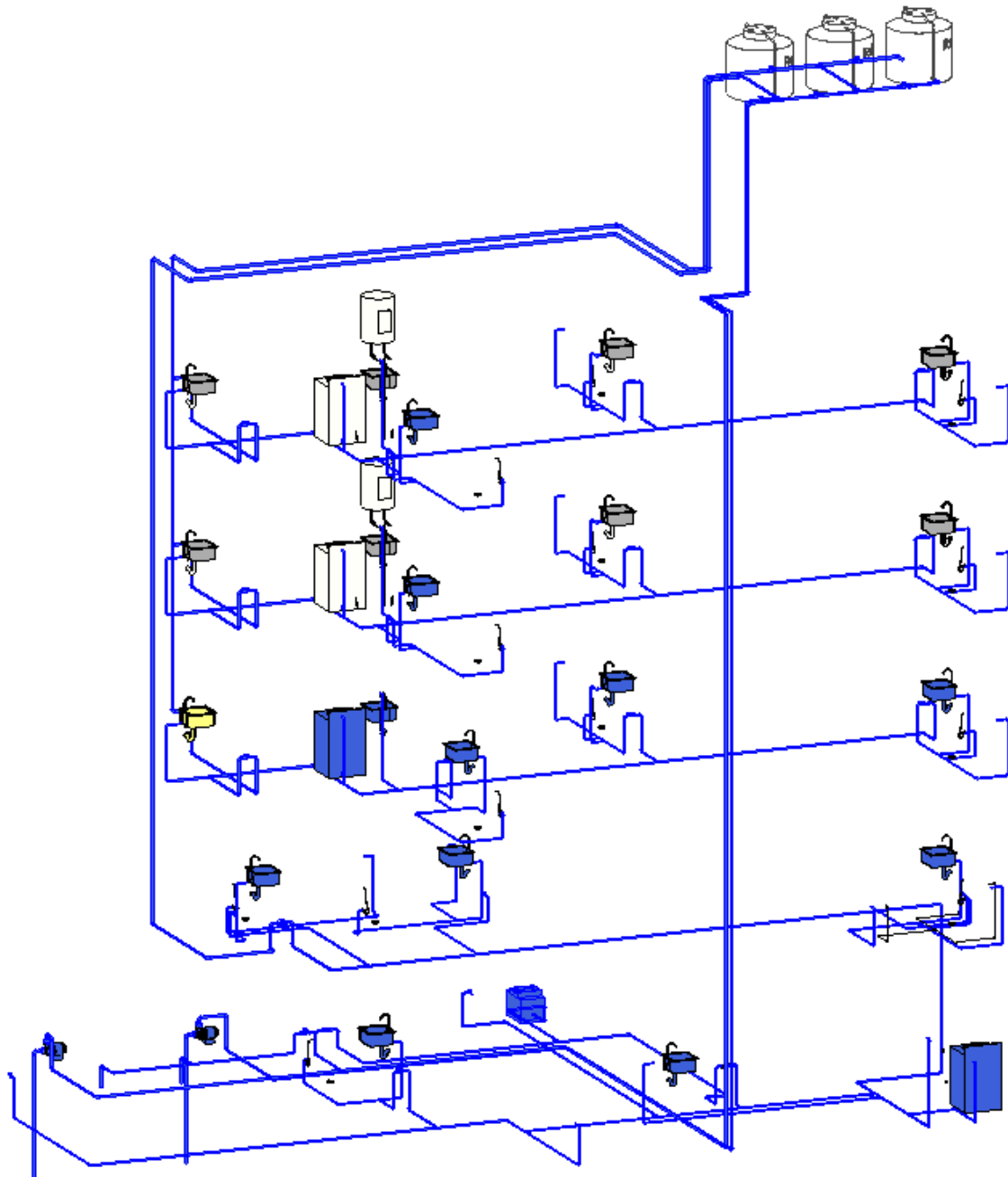


Figura 28. Red de distribución de agua fría.

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

**Agua Caliente:** Tal como se realizó la distribución para el agua fría se procederá a realizar la distribución de agua caliente para toda la edificación tal como se muestra en la figura 29.

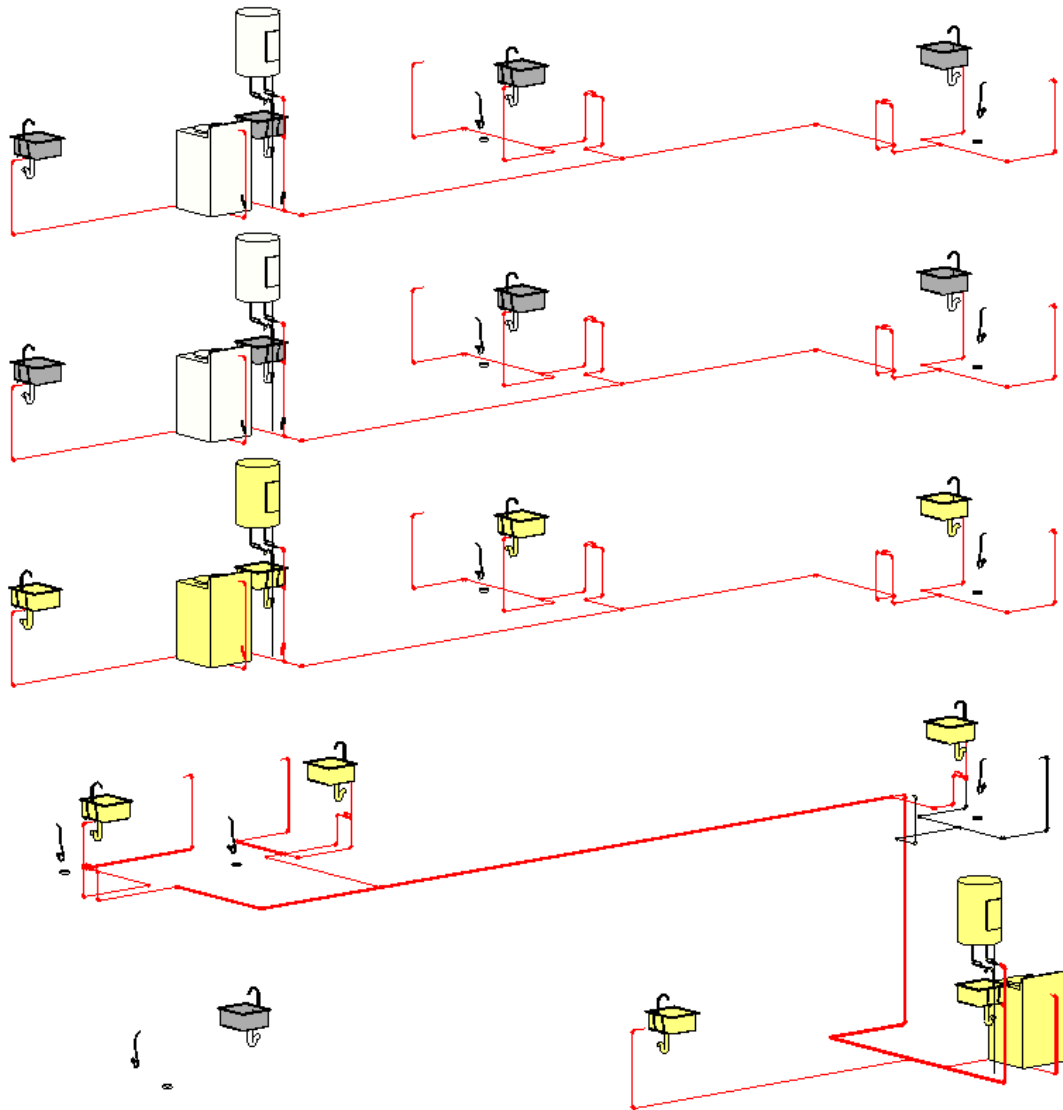


Figura 29. Red de distribución de agua caliente.

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

**Desagüe:** El modelo que se representa a continuación es el de la recolección de desagüe que contempla cada una de las áreas de dicha edificación tal como se muestra en la figura 30.

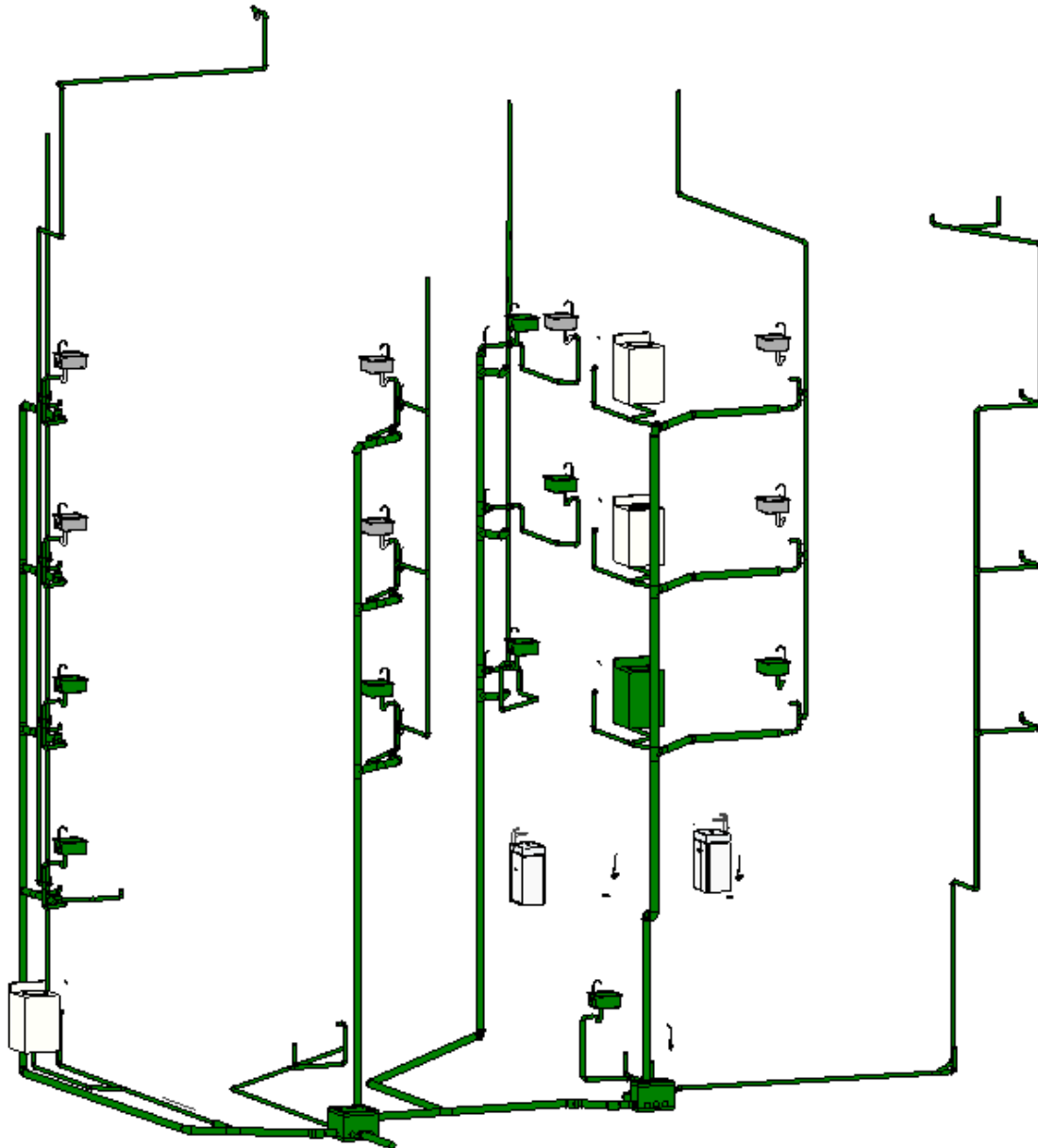


Figura 30. Red de distribución de desagüe.

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit



## Modelamiento de instalaciones eléctricas

En el modelamiento de las instalaciones eléctricas (figura 31) se toman en cuenta los elementos que componen todo el sistema eléctrico, es decir luminarias, tomacorrientes, enchufes, etc.

En cuanto al modelo de instalaciones eléctricas, también se realizó con el software Revit 2020 como se puede apreciar en la figura 31, en el cual se modela las tuberías que conducen las redes eléctricas para un mayor entendimiento en el proyecto por lo que sería más fácil visualizarlo por medio de un modelado en 3D que por medio de un archivo CAD que muchas veces puede ser confuso. También se puede categorizar las tuberías de luminarias y tomacorriente mediante colores para un mayor entendimiento del proyecto.

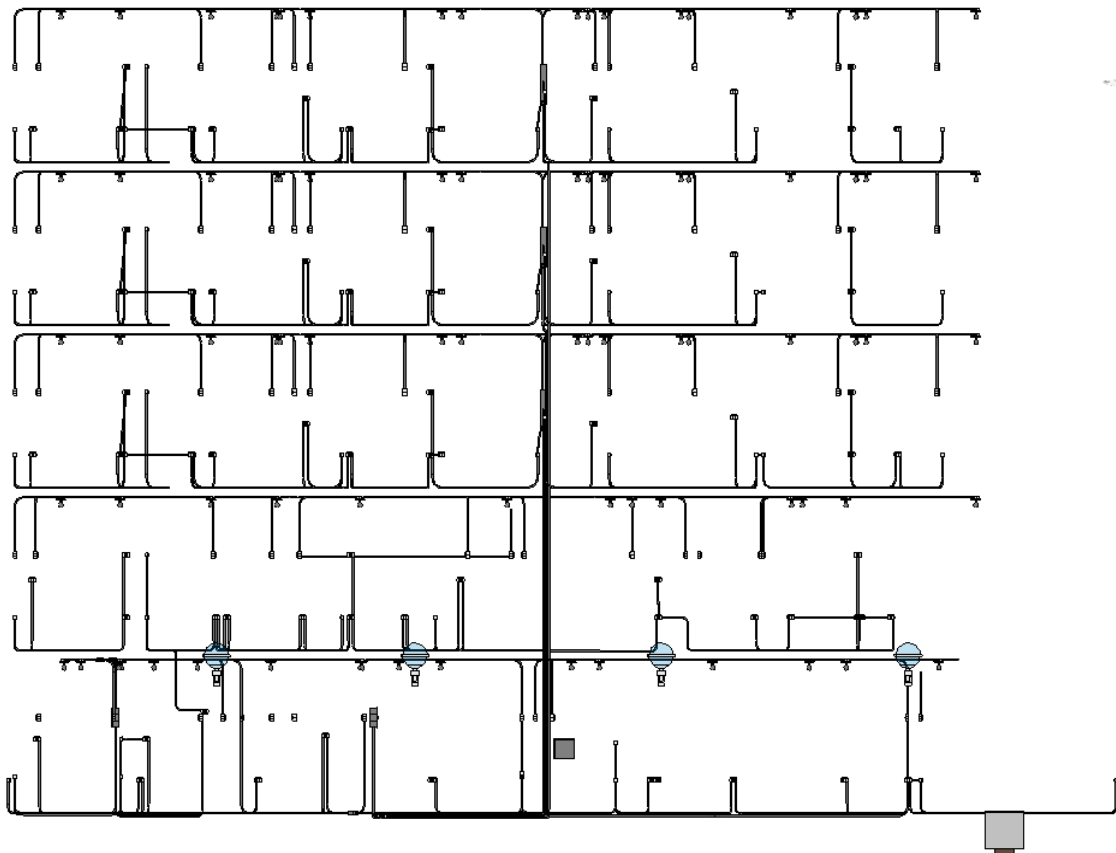


Figura 31. Modelo de instalaciones eléctricas.

Fuente: Elaboración propia aplicando el programa Revit

### 2.3. Operacionalización de la variable

Arias (2006) señala que una variable es una característica o cualidad, magnitud o cantidad susceptible de sufrir cambios y es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación. Una variable es una característica que se va a medir.

La variable independiente es el que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o fenómenos observados, por otro lado, la variable dependiente es el factor que el investigador observa o mide para determinar el efecto de la variable independiente (Buendía, Colás & Hernández, 2001) Para nuestro estudio se tuvo la variable independiente de metodología BIM y la variable dependiente edificio multifamiliar Don Antonio.

Según Quintana (2020) una dimensión es un elemento integrante de una variable, que resulta de su análisis o descomposición. Se narra los aspectos o fases específicas de un concepto/variable que queremos investigar; tales como la dimensión del uso del software Revit y Navisworks, uso de la metodología en un proyecto.

Según Quintana (2020) los indicadores son elementos, datos, que representan un indicio, señal o medida que permite estudiar o cuantificar una variable o dimensiones de una variable. El indicador tiene por función de señalar cómo medir cada uno de los factores o rasgos de la variable; como en esta tesis se tuvo de indicadores costo de incompatibilidades, identificación de interferencias anticipadamente, estimación de metrados entre otros.

Según Quintana (2020) Una escala de medición es el conjunto de los posibles valores que una cierta variable puede tomar; es una sucesión de medidas que permiten organizar datos en orden jerárquico; se tuvo en consideración los indicadores propuestos para saber que escala de medición pertenece tal y como escala numérica, nominal y ordinal.

Figura 32. Operacionalización de la variable.

VARIABLES	DEFINICIÓN DE VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Independiente:</b> Metodología BIM	BIM configura un proceso que permite generar, almacenar, administrar, intercambiar y distribuir información de una edificación de manera reutilizable e interoperable en un mismo modelo 3D. Mojica (2016)	Uso del software Revit y Navisworks	Costo de incompatibilidades	Numérica
			Identificación de interferencias anticipadamente	Nominal
			Estimación de metrados	Ordinal
		Uso de la metodología en un proyecto	Nivel de implementación BIM	Nominal
			Influencia de la metodología en el proyecto	Ordinal
<b>Dependiente:</b> Edificio multifamiliar Don Antonio	Es aquella edificación tiene mas de dos viviendas en las que comparten el mismo área de terreno.	Gestión de estrategias	Deteccion de interferencias	Numérica
			Prevencion de interferencias	Numérica
		Presupuesto de obra	Costo total del proyecto	Numérica
			Costo total del proyecto con Revit	Numérica

Anexo N°1

## 2.4. Procedimiento

### 2.4.1. Del objetivo específico 1

- Paso 1: Vinculación de los planos CAD al Autodesk Revit 2020.
- Paso 2: Añadir ejes con las alturas correspondiente.
- Paso 3: Añadir las familias correspondientes en el programa Revit 2020.
- Paso 4: Modelar la edificación.
- Paso 5: Añadir todas las especialidades en un solo archivo.

En los anexos 3 y 4 se detalla de una mejor manera el procedimiento de los modelados de arquitectura y estructuras.

### Paso 1:

Uno de los primeros pasos para empezar a modelar el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel fue vincular los planos en formato CAD al programa Autodesk Revit 2020.

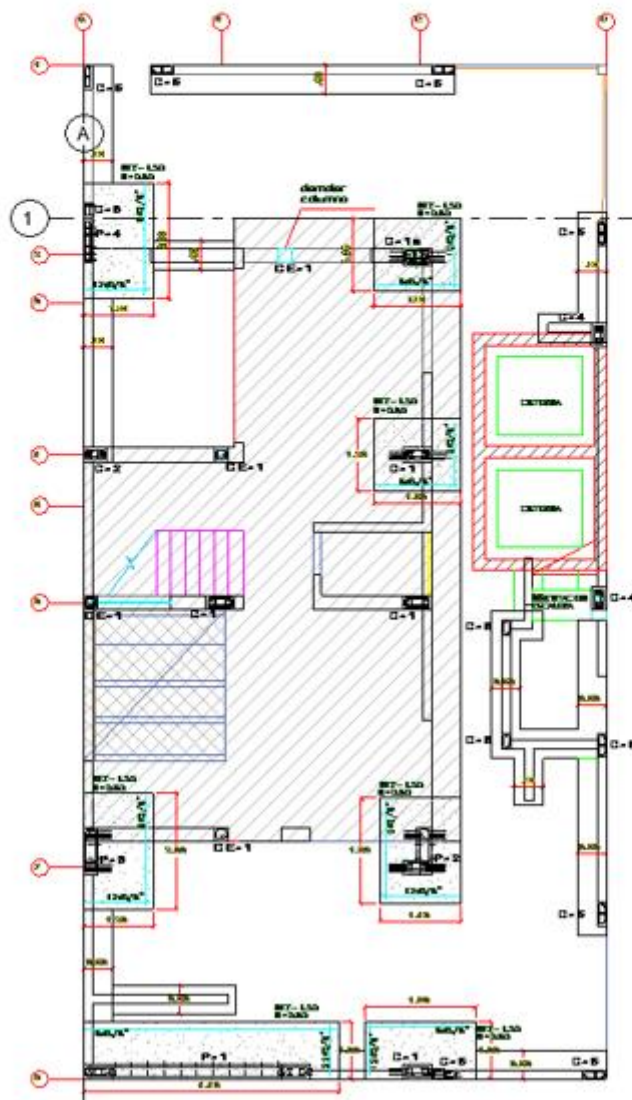
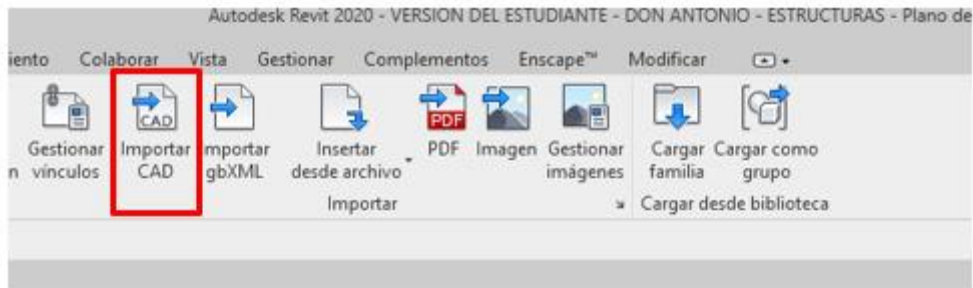


Figura 33. Importar CAD a Revit

Fuente: Elaboración propia

**Paso 2:**

Una vez vinculado el plano CAD a Revit, comenzamos a añadir los ejes, además de las alturas correspondiente de nivel a nivel.

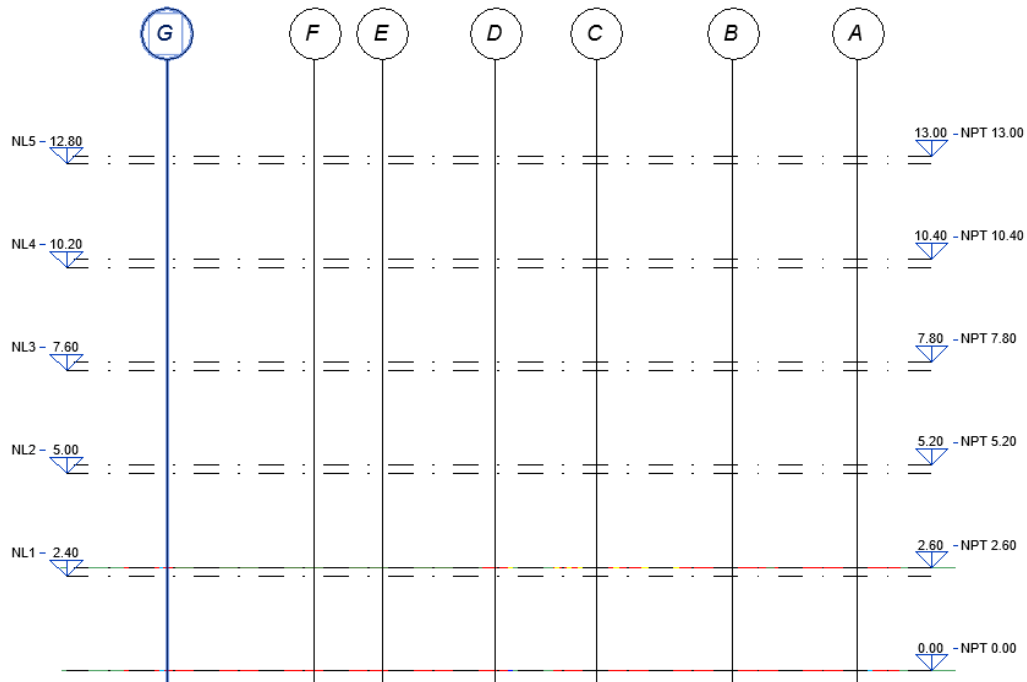


Figura 34. Alzado este del proyecto Don Antonio

Fuente: Elaboración propia

**Paso 3:**

Una vez vinculado el plano de formato CAD al Revit comenzamos a añadir familias en el caso de estructuras tales como columnas, placas, vigas y en el caso de arquitectura añadimos familias de muebles, muros, ventanas, puertas entre otros.

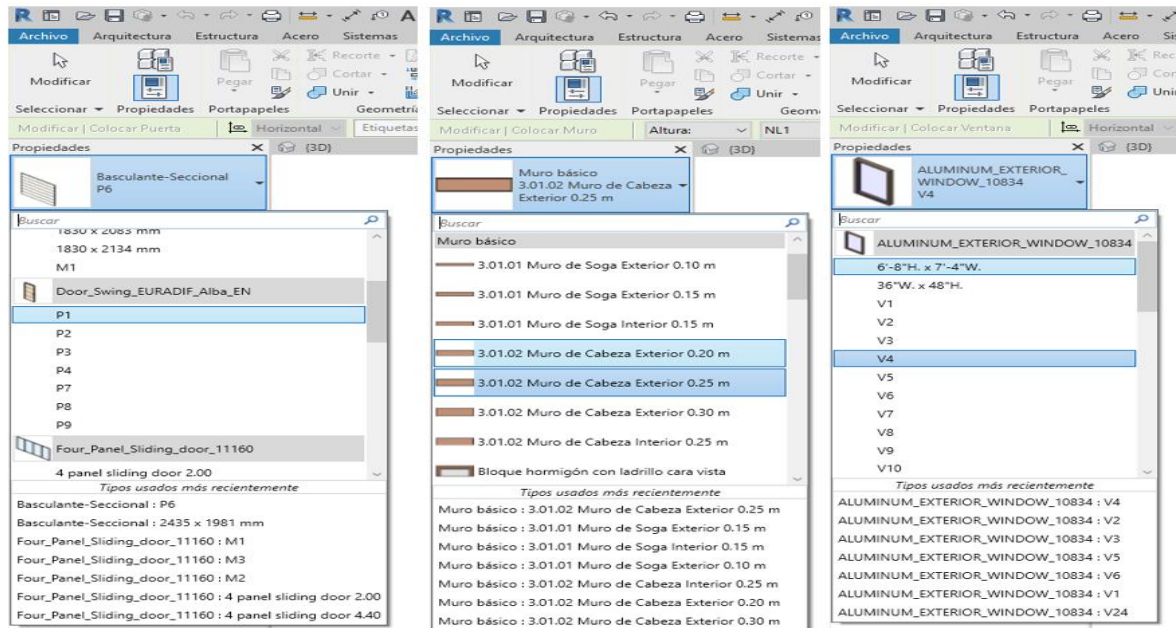


Figura 35. Creación de familias en Revit

Fuente: Elaboración propia

#### Paso 4:

Teniendo las familias hechas se empieza a modelar el edificio, correspondiendo los planos vinculados de CAD, respetando los anchos, longitud y altura correspondiente.

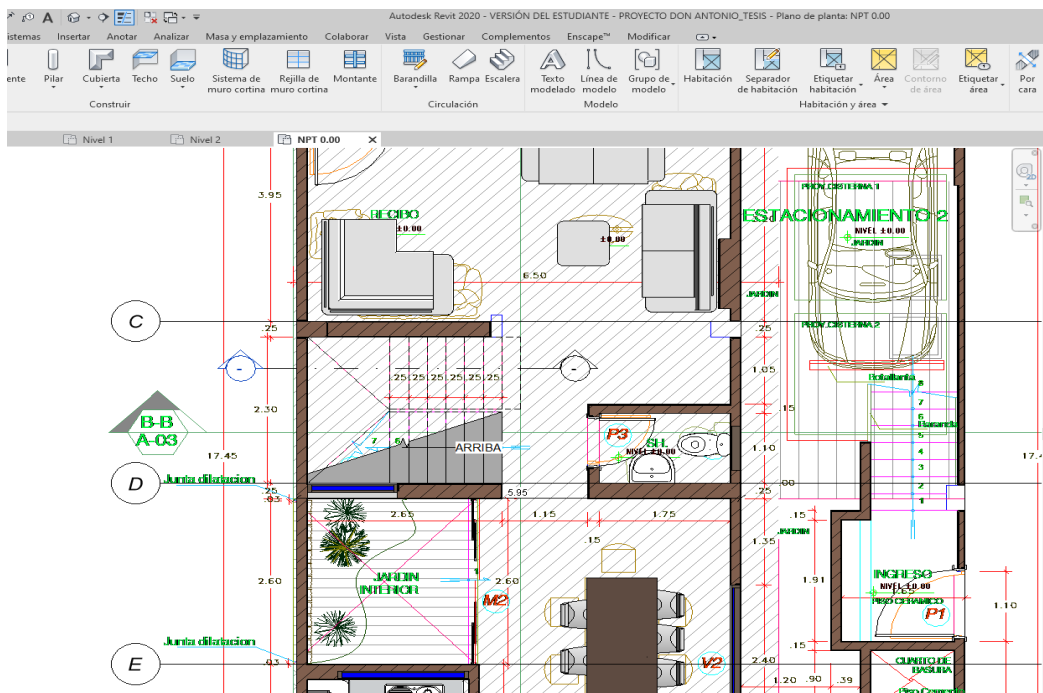


Figura 36. Modelado del edificio multifamiliar Don Antonio

Fuente: Elaboración propia

**Paso 5:**

Una vez modelado las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones, se procede a vincular las especialidades en un solo archivo como se puede apreciar en la figura 37 para posteriormente empezar a detectar las interferencias con el programa Navisworks.

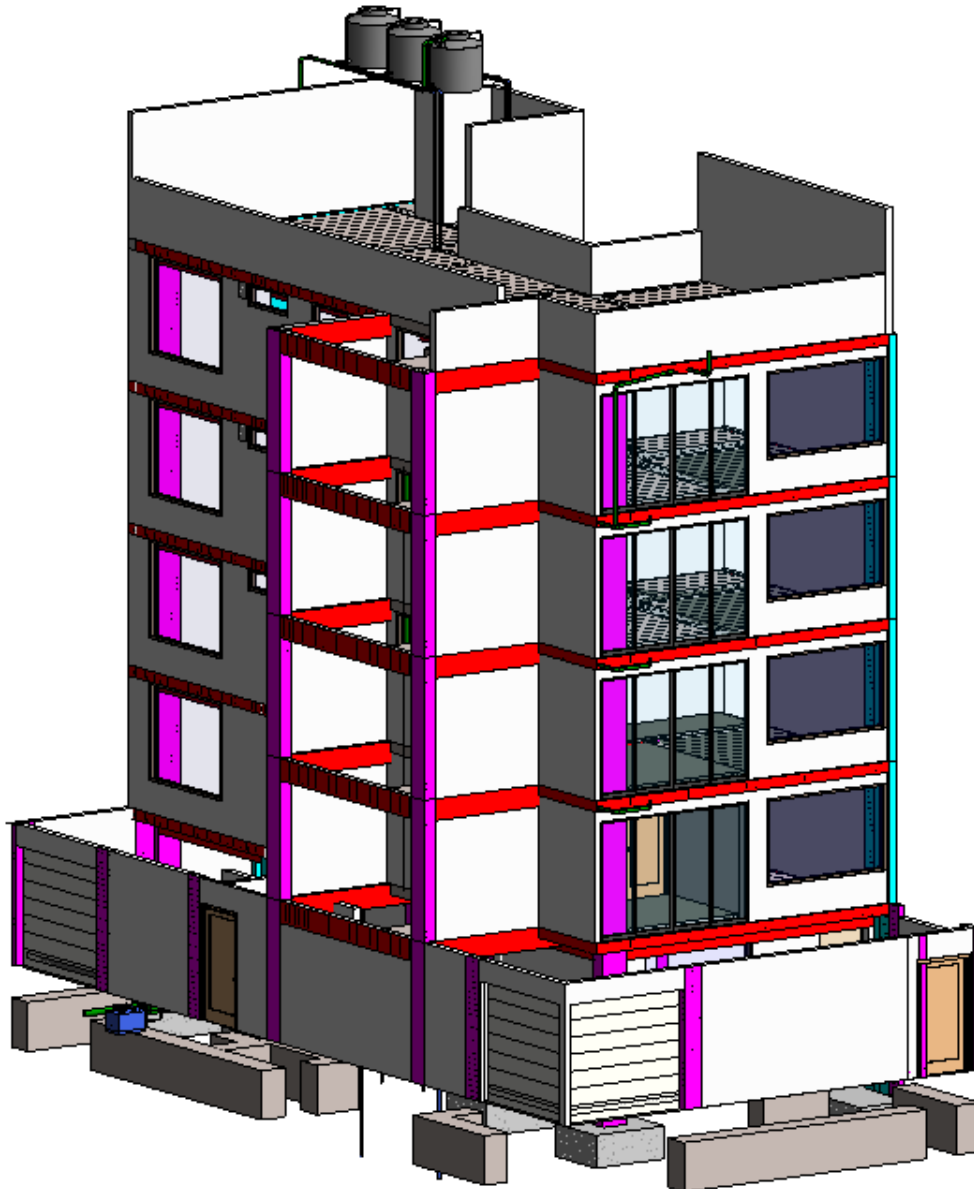


Figura 37. Revit con todas las especialidades vinculadas

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.2. Del objetivo específico 2

- Paso 1; Se añaden las tablas de planificación/ cantidades al modelado.
- Paso 2: Se añaden los metrados en las partidas correspondiente con el costo original.

#### Paso 1:

Una vez culminado el modelado de las especialidades de arquitectura y estructuras comenzamos a añadir tablas de planificación/cantidades para poder sacar sus metrados correspondiente de cada partida en el cual tomaremos como ejemplo la partida de concreto en columnas en columnas y muros de ladrillo.

<OE 2.3.7.1.2 COLUMNA fc=210>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Volumen	Recuento
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.1_CA-01 (.13x.20)	9.17 m³	107
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.1_CA-01 (.13x.22)	0.10 m³	1
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.1_CA-02 (.13x.28)	0.13 m³	1
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.1_CA-03 (.13x.27)	0.91 m³	8
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.1_CA-06 (.23x.20)	0.32 m³	2
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.2_C-01 (.25x40)	9.19 m³	20
OE 2.3.7 COLUMNAS	OE 2.3.7.1.2_C-02 (.25x50)	2.36 m³	4
Total general: 143		22.18 m³	

Figura 38. Metrados de la partida concreto en columnas

Fuente: Elaboración propia

<OE 3.1.1.2 Muros de Ladrillo KK Soga>						
A	B	C	D	E	F	G
Partida	Tipo	Restricción de base	Anchura	Altura desconnect	Área	Volumen
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	14.16 m²	2.12 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	18.27 m²	2.74 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	10.32 m²	1.55 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	7.16 m²	1.07 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	14.19 m²	2.13 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	9.67 m²	1.45 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	19.32 m²	2.90 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	12.70 m²	1.91 m³
OE 3.1.1.3	OE 3.1.1.3 Muro de Canto	01. Primer Nivel	0.10	3.45	7.29 m²	0.73 m³
OE 3.1.1.3	OE 3.1.1.3 Muro de Canto	01. Primer Nivel	0.10	3.45	24.32 m²	2.43 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	11.66 m²	1.75 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	12.19 m²	1.83 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	12.19 m²	1.83 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	13.74 m²	2.06 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	19.32 m²	2.90 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	10.36 m²	1.55 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	19.32 m²	2.90 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de ladrillo KK e=0	01. Primer Nivel	0.13	3.45	7.62 m²	0.99 m³
OE 3.1.1.3	OE 3.1.1.3 Muro de Canto	00. Nivel de referenc	0.10	1.00	1.62 m²	0.16 m³
OE 3.1.1.3	OE 3.1.1.3 Muro de Canto	00. Nivel de referenc	0.10	1.00	18.05 m²	1.80 m³
OE 3.1.1.3	OE 3.1.1.3 Muro de Canto	00. Nivel de referenc	0.10	1.00	18.25 m²	1.83 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	3.60 m²	0.54 m³
OE 3.1.1.2	OE 3.1.1.2 Muro de soga	01. Primer Nivel	0.15	3.45	1.61 m²	0.24 m³

Figura 39. Metrados de la partida de muros de ladrillo

Fuente: Elaboración propia



## Paso 2:

Se procede a colocar los metrados del Autodesk Revit 2020 en las partidas correspondiente del presupuesto con el mismo precio del presupuesto Inicial, para determinar la influencia de la implementación BIM al momento de calcular dicho costo.

PRESUPUESTO CON REVIT

Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./.)	Parcial (S./.)
2.02.00	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
2.02.01	Concreto simple en Sub-Cimientos	m3	6.80	175.86	1,195.85
2.02.02	Solado de e=5cm	m3	26.24	22.55	591.71
2.02.03	Concreto simple en Cimientos Corridos	m3	2.77	218.25	604.55
2.02.04	Concreto simple en sobrecimientos	m3	37.75	220.95	8,340.86
2.02.05	Encofrado de sobrecimientos	m2	37.75	25.25	953.19
2.02.06	Falso Piso e=10cm	m2	95.47	38.33	3,659.37
2.03.00	<b>ACERO DE REFUERZO</b>				
2.03.01	Acero refuerzo en cisterna	kg	523.32	3.61	1,889.19
2.03.02	Acero refuerzo en zapata	kg	320.65	3.61	1,157.55
2.03.03	Acero de refuerzo en placas	kg	2513.46	3.61	9,073.59
2.03.04	Acero refuerzo en columnas	kg	3551.56	3.61	12,821.13
2.03.05	Acero refuerzo en vigas	kg	4,721.57	3.61	17,044.87
2.03.06	Acero refuerzo en dinteles	kg	91.80	3.61	331.40
2.03.07	Acero refuerzon en losa	Kg	1,345.63	3.61	4,857.72
2.03.08	Acero refuerzo en escalera	Kg	835.20	3.61	3,015.07

Figura 40. Ejemplo del costo con Revit

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3. Del objetivo específico 3

- Paso 1: Comparar el presupuesto con los metrados del Revit vs el presupuesto con los metrados inicial para obtener el costo parcial de las partidas más importantes.
- Paso 2: Determinar de qué manera influye la comparación de las partidas más importantes del proyecto.

**Paso 1:** Al tener el presupuesto original utilizamos los mismos precios para el presupuesto con los metrados que calculo Revit, posterior a ello se determina como influye la implementación de la metodología BIM al comparar el costo parcial que nos daría cada presupuesto, como se puede apreciar en la figura 39

Partida	Descripción	Und.	PRESUPUESTO INICIAL			PRESUPUESTO CON REVIT		
			Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
2.02.00	<b>CONCRETO SIMPLE</b>							
2.02.01	Concreto simple en Sub-Cimientos	m3	6.80	175.86	1,195.85	6.80	175.86	1,195.85
2.02.02	Solado de e=5cm	m3	26.24	22.55	591.71	26.24	22.55	591.71
2.02.03	Concreto simple en Cimientos Corridos	m3	16.80	218.25	3,666.60	2.77	218.25	604.55
2.02.04	Concreto simple en sobrecimientos	m3	2.77	220.95	612.03	37.75	220.95	8,340.86
2.02.05	Encofrado de sobrecimientos	m2	37.75	25.25	953.19	37.75	25.25	953.19
2.02.06	Falso Piso e=10cm	m2	105.00	38.33	4,024.65	95.47	38.33	3,659.37
2.03.00	<b>ACERO DE REFUERZO</b>							
2.03.01	Acero refuerzo en cisterna	kg	890.63	3.61	3,215.17	523.32	3.61	1,889.19
2.03.02	Acero refuerzo en zapata	kg	343.52	3.61	1,240.11	320.65	3.61	1,157.55
2.03.03	Acero de refuerzo en placas	kg	5,185.45	3.61	18,719.47	2513.46	3.61	9,073.59
2.03.04	Acero refuerzo en columnas	kg	6,065.02	3.61	21,894.72	3551.56	3.61	12,821.13
2.03.05	Acero refuerzo en vigas	kg	5,467.12	3.61	19,736.30	4,721.57	3.61	17,044.87

Figura 41. Comparación de costo inicial vs costo con Revit

Fuente: Elaboración propia

**Paso 2:** Se compara el costo con Revit vs el costo inicial con las partidas más importantes del proyecto, como se puede apreciar la figura 42 en el cual se compara la partida de concreto simple

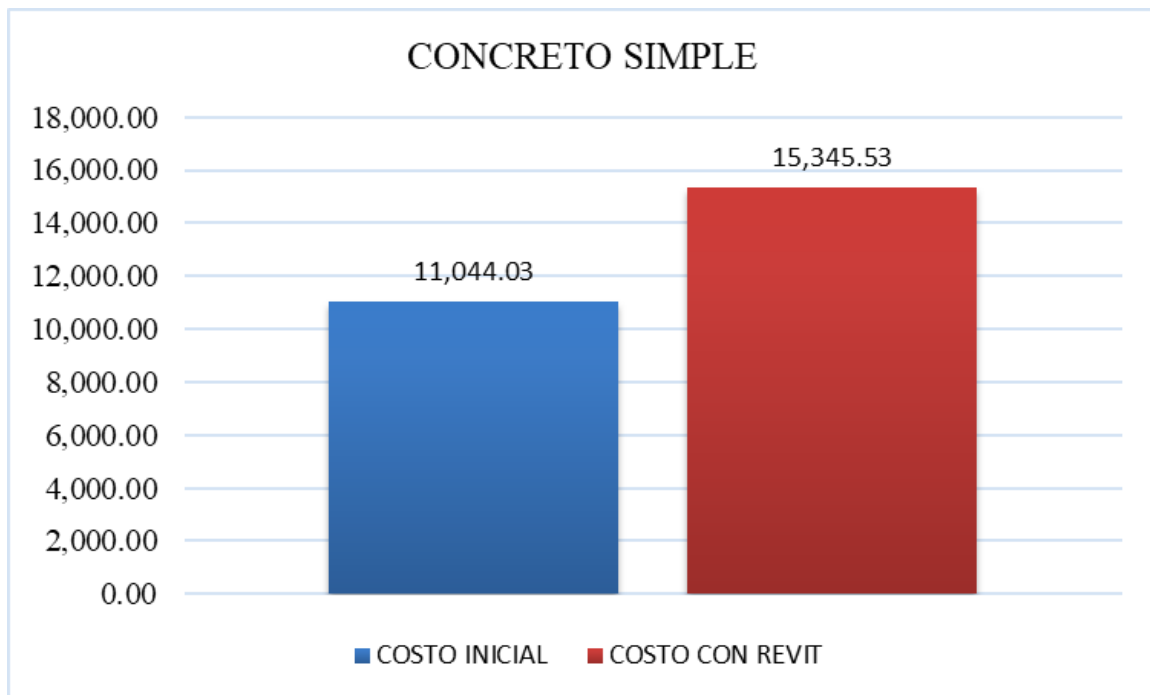


Figura 42. Comparación del costo de concreto simple

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.4. Del objetivo específico 4

- Paso 1: Exportar el modelado en formatos NWC hacia el programa Navisworks
- Paso 2: Hacer un reporte de interferencias entre especialidades.
- Paso 3: Determinar el costo de poder solucionar dichas interferencias en la etapa de construcción.

En el anexo 5 se detalla de una mejor manera el procedimiento para detectar las interferencias con el programa Navisworks.

##### Paso 1:

Una vez terminado el modelamiento del edificio multifamiliar Don Antonio es las especialidades de arquitectura y estructuras, lo exportamos en formatos NWC para vincularlo con Navisworks y empezar a detectar las interferencias que podrían existir.

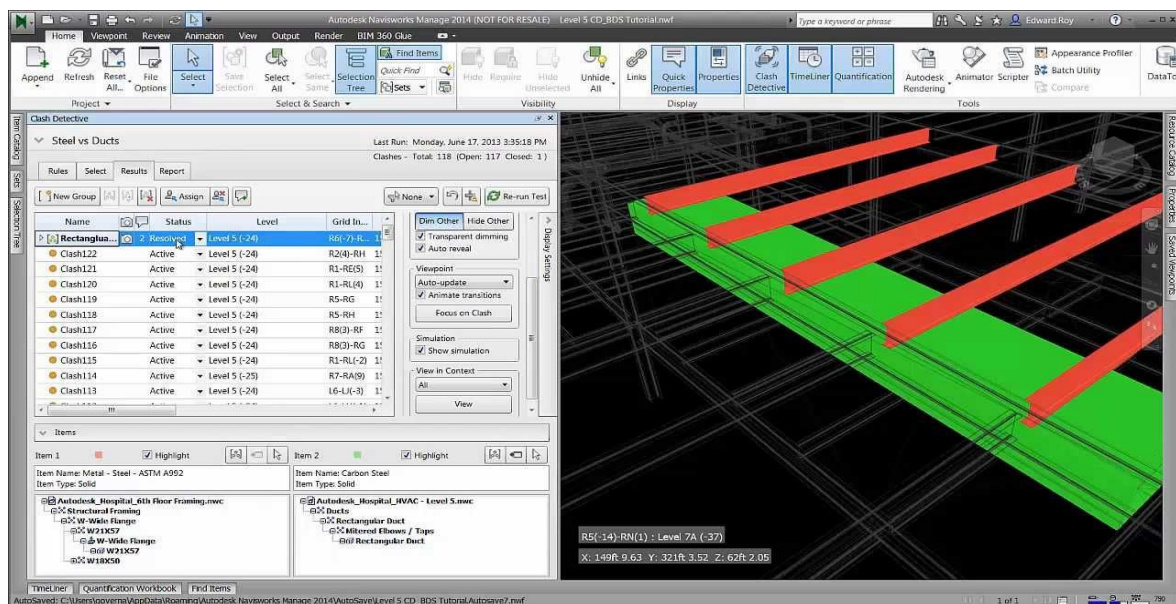


Figura 43. Detección de interferencias con el programa Navisworks

Fuente: CADBIM3D, (2013)

**Paso 2:** Una vez teniendo las interferencias que podrían ocurrir entre las especialidades de arquitectura y estructura sacamos un reporte de todas ellas para empezar a poder solucionarlas en las reuniones correspondientes.

AUTODESK® NAVISWORKS® Clash Report										
All PC vs. SL		Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
		0.003ft	147	0		139	0	7	1 Hard	Old
Image	Clash Name	Status	Date Found	Clash Point	Item 1	Layer	Item 2	Layer		
	ARE J LVL 5 RS18 RISER	Active	2019/9/20 16:57	x:-208.5, y:187.7, z:54.2	Element ID : 1122879	Level 5	Element ID : 42747	Undefined		
	AREA A FIELD LVL PC WALL	Active	2019/9/20 16:57	x:191.2, y:171.8, z:26.7	Element ID : 1167004	Field Level	Element ID : 70295	Undefined		
	AREA A LEVEL 7 PC WALL	Active	2019/9/20 16:57	x:94.8, y:294.5, z:65.1	Element ID : 1181510	Level 7	Element ID : 47528	Undefined		
	AREA A LVL 4 RB16 TUB	Active	2019/9/20 16:57	x:124.4, y:247.6, z:36.2	Element ID : 855391	Level 4	Element ID : 47531	Undefined		
	AREA A LVL 4 RB16 TUB	Active	2019/9/20 16:57	x:124.4, y:247.6, z:36.2	Element ID : 848453	Level 4	Element ID : 47531	Undefined		
	AREA A LVL 4 RB16 TUB	Active	2019/9/20 16:57	x:187.6, y:184.4, z:36.2	Element ID : 869273	Level 4	Element ID : 47536	Undefined		
	AREA A LVL 4 RB16 TUB	Active	2019/9/20 16:57	x:180.2, y:207.0, z:36.2	Element ID : 865925	Level 4	Element ID : 47535	Undefined		

Figura 44. Reporte de interferencias entre especialidades

Fuente: CADBIM3D, (2013)

**Paso 3:** Hacer un reporte del costo de solucionar dichas interferencias en la etapa de construcción en el escenario más grave que podría ocurrir y determinar cómo influye la metodología BIM al detectar dichas interferencias.

CÓDIGO	EST-INST // 003																		
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones																		
NIVEL	Nivel 1																		
	<p>MONT. N°4 LLEGA Y BAJA DES. Ø4"</p>																		
	<p>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</p> <p>Mover la montante fuera de la placa y esconderla con un recubrimiento de dry-wall para que no se note.</p>																		
<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Se observa que la montante N°4 cruza verticalmente con la placa P-2.</p> <p>CASO MAS CRÍTICO:</p> <p>La placa ya se ha vaciado, se va a colocar la montante y se detecta que se va a cruzar con la placa.</p>	<p>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recubrimiento con dry-wall (m2)</td> <td>S/ 47.70</td> <td>2.1</td> <td>S/ 100.17</td> </tr> <tr> <td>Colocación de la tubería y accesorios (m)</td> <td>S/ 28.52</td> <td>2.4</td> <td>S/ 68.45</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td><b>S/ 168.62</b></td> </tr> </tbody> </table>				P.U.	Cantidad	Parcial	Recubrimiento con dry-wall (m2)	S/ 47.70	2.1	S/ 100.17	Colocación de la tubería y accesorios (m)	S/ 28.52	2.4	S/ 68.45				<b>S/ 168.62</b>
		P.U.	Cantidad	Parcial															
	Recubrimiento con dry-wall (m2)	S/ 47.70	2.1	S/ 100.17															
Colocación de la tubería y accesorios (m)	S/ 28.52	2.4	S/ 68.45																
			<b>S/ 168.62</b>																

Figura 45. Reporte de interferencias

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación ha cumplido con los criterios establecidos por el diseño de investigación de la Universidad Privada del Norte, en la cual estuvo enfocado en que todas las definiciones o elementos obtenidos de otros investigadores ha sido debidamente citada y se encuentran inmersa dentro de la bibliografía de la presente investigación, respetando la séptima edición de la norma APA respecto a citas y bibliografías.

Además, esta investigación tiene un impacto beneficioso al ámbito de ingeniería y a la sociedad porque se respetó las normas vigentes al momento de la construcción, así también se tuvo un compromiso con el tema en estudio para generar aporte a nuestra región y lograr un beneficio social con la presente investigación. Por otro lado, al momento de hacer esta investigación no se tuvo ningún impacto negativo al medio ambiente y a la sociedad, pues sólo se está implementando la metodología BIM en la cual se usaron herramientas que hace uso de equipos y tecnologías que tienen un impacto mínimo.

Por último, la presente tesis sigue los lineamientos del colegio de ingenieros del Perú en el cual tiene como misión preservar el comportamiento ético de todos los miembros y asegurarse de ejercer una ingeniería en un contexto de ética, calidad, orden, respeto y competitividad. y que está enraizada en sus valores sociales, culturales y políticos, como base fundamental en el proceso de desarrollo de la nación.

## **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

### **PRESUPUESTO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR DON ANTONIO EN SAN MIGUEL**

Respecto a los objetivos específicos 1, 2 y 3 de esta presente tesis es modelar el proyecto utilizando softwares con interfaz BIM para determinar la influencia de dicha metodología al calcular el costo con Revit y al realizar la comparación del costo inicial vs costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio en San Miguel”. Por lo tanto, se empezó a modelar el proyecto en el programa Autodesk Revit 2020 y una vez tenido el modelo se empezó a sacar las cuantificaciones de materiales por lo que se empezó a comparar entre las partidas de estructuras y arquitectura.

Partidas como obras provisionales, preliminares o instalaciones no se obtuvo sus metrados debido a que el presupuesto original del edificio multifamiliar Don Antonio tuvo como unidad GLB, por lo tanto, no se podía comparar cuantificaciones.

Una vez tenido la comparación de los dos costos se empieza a desglosar cada partida en gráficos para un mayor entendimiento y poder sacar el porcentaje de diferencia de cada uno de ellos.

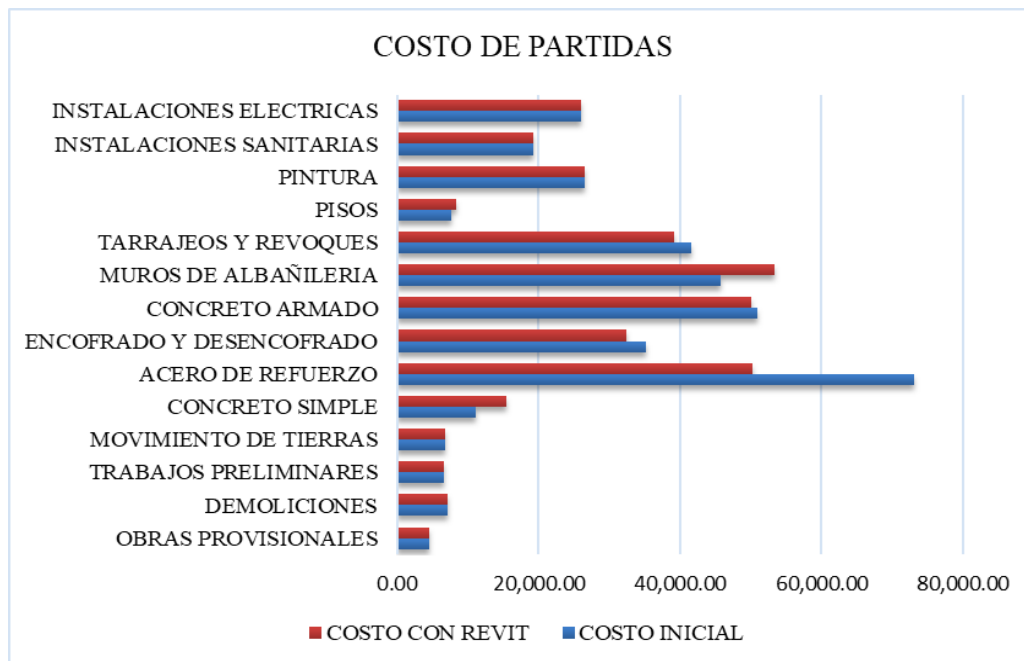
Todo el procedimiento para obtener los resultados se detalla en los anexos 3, 4 y 5.

Tabla 1. *Presupuesto inicial vs presupuesto con Revit.*

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	COSTO INICIAL (S/.)	COSTO CON REVIT (S/.)
<b>1.00.00</b>	<b>PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>		
1.01.00	OBRAS PROVISIONALES	4,469.45	4,469.45
1.02.00	DEMOLICIONES	7,061.72	7,061.72
1.03.00	TRABAJOS PRELIMINARES	6,610.00	6,610.00
<b>2.00.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		
2.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6,773.99	6,773.99
2.02.00	CONCRETO SIMPLE	11,044.03	15,345.53
2.03.00	ACERO DE REFUERZO	73,166.65	50,190.52
2.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	35,125.69	32,401.61
2.05.00	CONCRETO ARMADO	50,944.68	50,007.16
<b>3.00.00</b>	<b>ARQUITECTURA</b>		
3.01.00	MUROS DE ALBAÑILERIA	45,792.81	53,326.53
3.02.00	TARRAJEOS Y REVOQUES	41,545.09	39,184.48
3.03.00	PISOS	7,619.07	8,385.96
3.04.00	PINTURA	26,475.80	26,475.80
<b>4.00.00</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>	19,218.61	19,218.61
<b>5.00.00</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	25,922.78	25,922.78
	<b>TOTAL</b>	<b>361,770.36</b>	<b>345,374.13</b>

Fuente: Elaboración propia

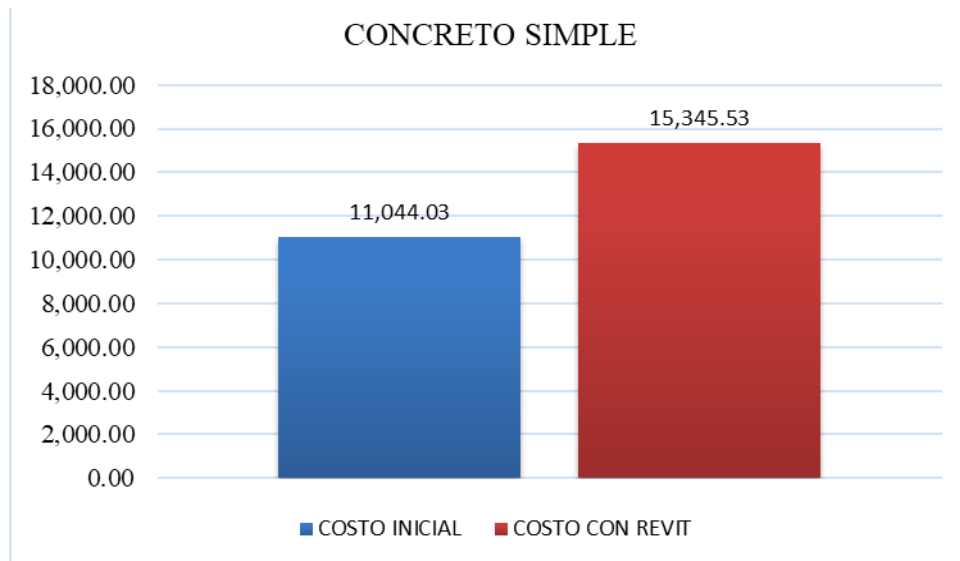
En la tabla 1 se muestra la comparación del costo inicial del edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel vs el costo con Revit. Observando que la diferencia es de S/.16,396.24 y el porcentaje de diferencia entre el costo inicial vs el costo con Revit es de -4.53%.

**Figura 46**
*Costo de partidas del edificio multifamiliar Don Antonio.*


En la figura 46 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de cada partida.

**Figura 47**

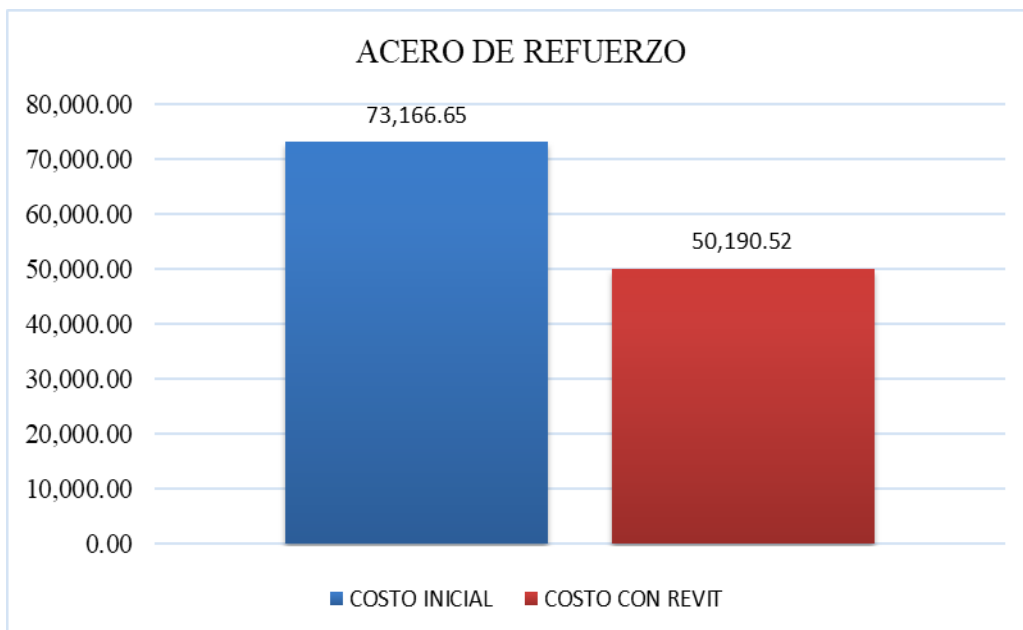
*Costo inicial vs Costo con Revit - Concreto simple.*



En la figura 47 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de concreto simple, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el presupuesto inicial y el presupuesto con Revit es 38.95%.

**Figura 48**

*Costo inicial vs Costo con Revit - Acero de refuerzo*

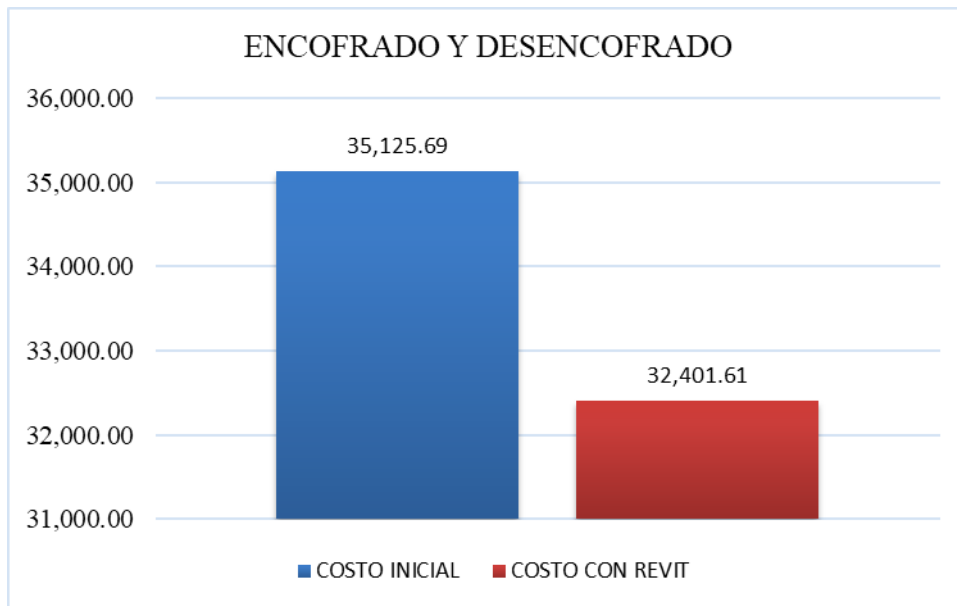


En la figura 48 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de acero de refuerzo, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el costo inicial y el costo con Revit es -31.40%.



**Figura 49**

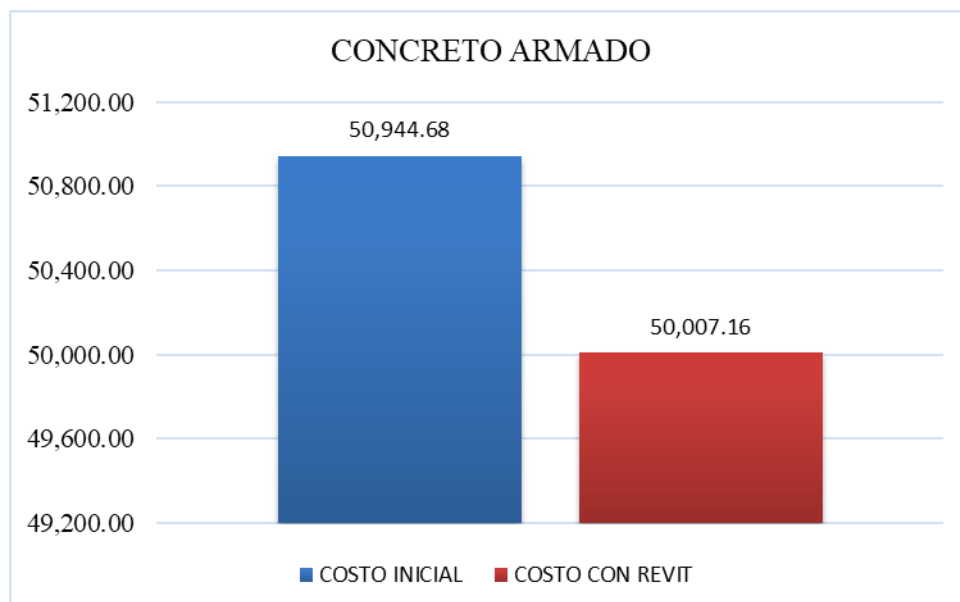
*Costo inicial vs Costo con Revit - Encofrado y desencofrado*



En la figura 49 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de encofrado y desencofrado, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el presupuesto inicial y el presupuesto con Revit es -7.76%.

**Figura 50**

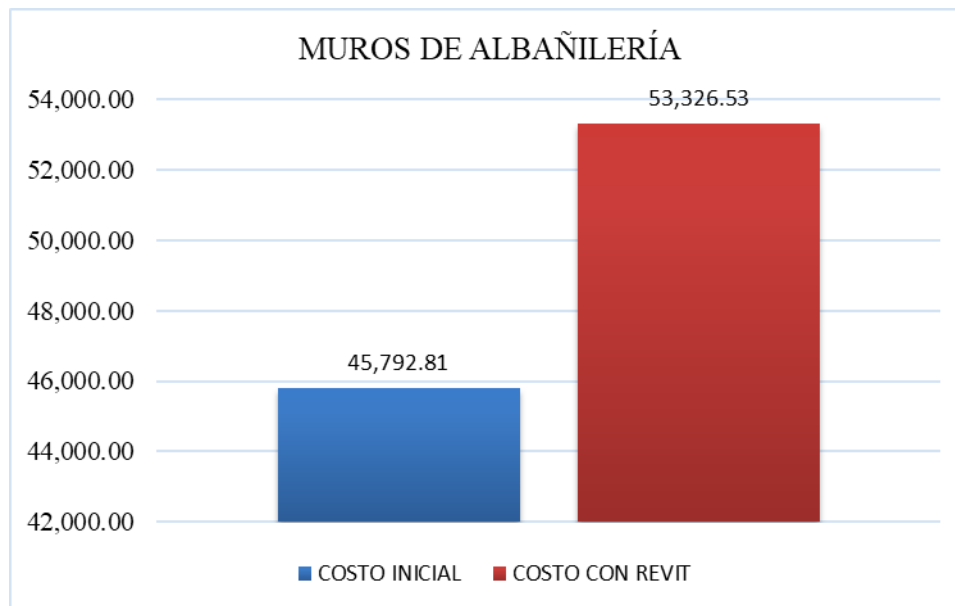
*Costo inicial vs Costo con Revit - Concreto armado.*



En la figura 50 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de concreto armado, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el costo inicial y el costo con Revit es -1.84%.

**Figura 51**

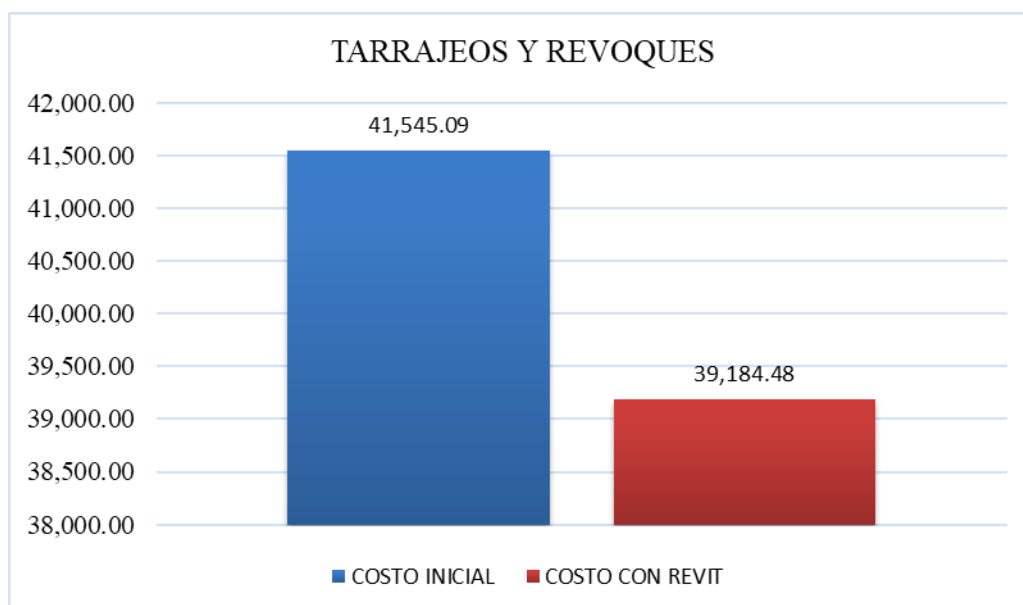
*Costo inicial vs Costo con Revit - Muros de albañilería.*



En la figura 51 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de muros de albañilería, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el costo inicial y el costo con Revit es 16.45%.

**Figura 52**

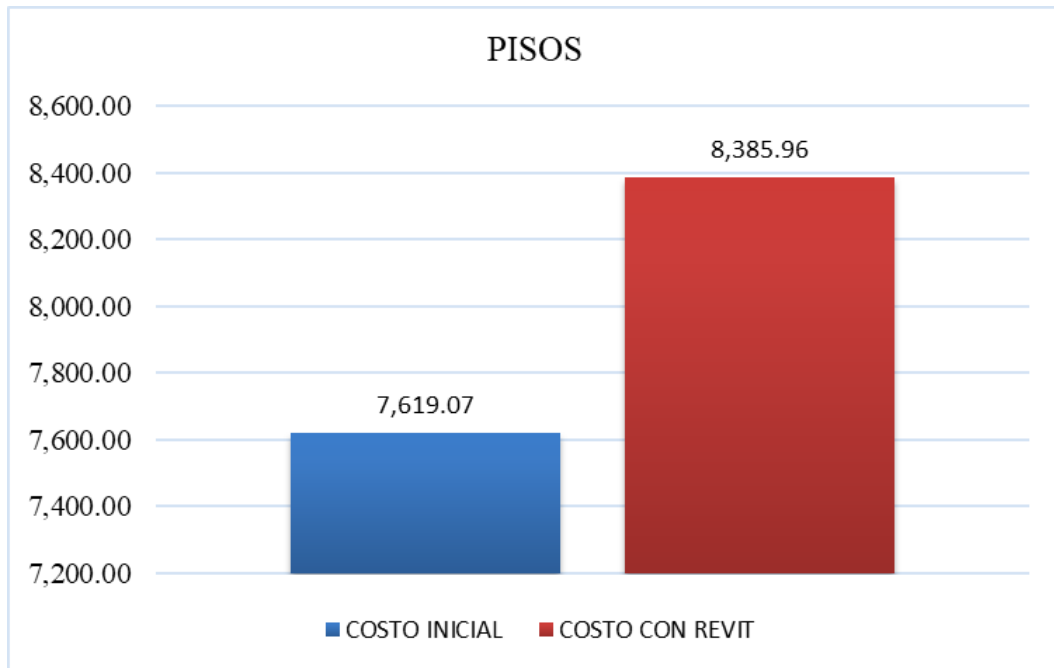
*Costo inicial vs Costo con Revit - Tarrajes y revoques.*



En la figura 52 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de tarrajes y revoques, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el costo inicial y el costo con Revit es -5.68%.

**Figura 53**

*Costo inicial vs Costo con Revit - Pisos.*



En la figura 53 se muestra la comparación del costo inicial vs el costo con Revit de tarrajeos y revoques, en el que podemos observar que el porcentaje de diferencia entre el costo inicial y el costo con Revit es 10.07%.

## DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS

Respecto al objetivo específico 4 de esta presente tesis es determinar la influencia de las interferencias detectadas en el proyecto mediante la metodología BIM, es por ello por lo que se procedió a modelar las diferentes especialidades en Revit para exportarlo al programa Navisworks, esto nos servirá para poder detectar las interferencias utilizando la herramienta "Clash Detective".

Para la aplicación de esta herramienta, se trabajará con el modelo BIM consolidado (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas), en el cual se plasman todos los elementos que conforman las diferentes especialidades. De esta forma el "Clash Detective" considerará cada una de las superposiciones de los diferentes elementos 3D que componen una especialidad.

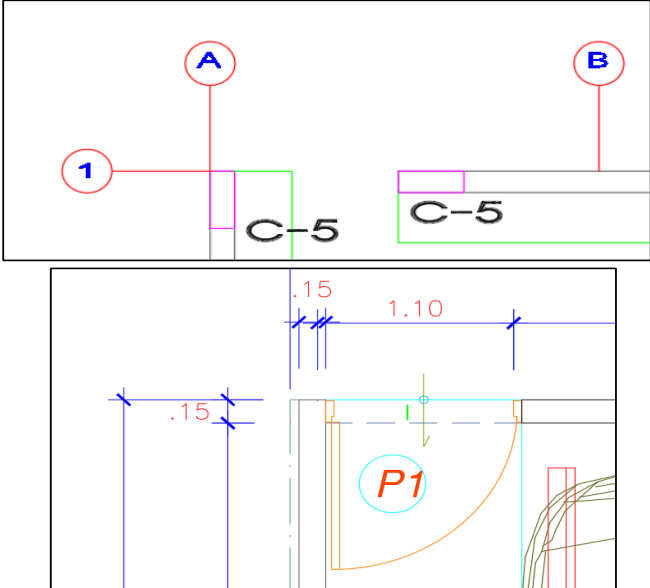
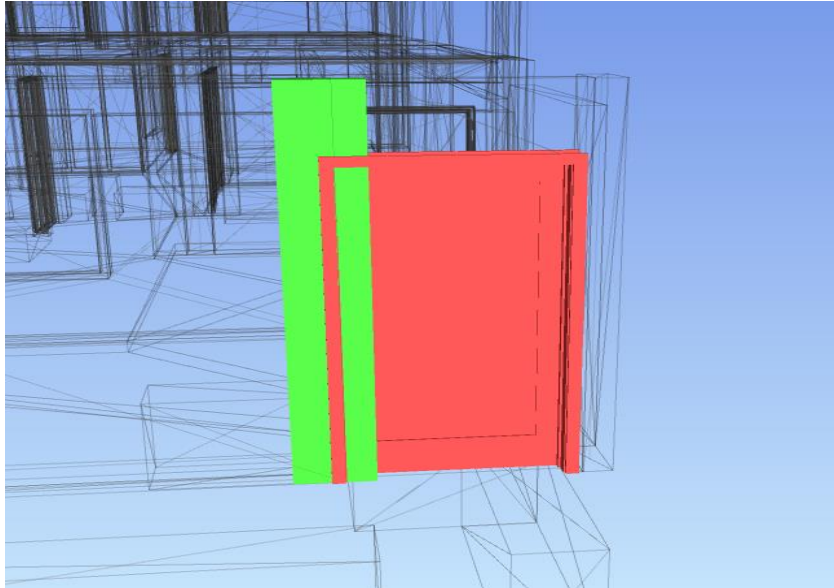
Para este análisis de interferencias, se tienen las siguientes confrontaciones:

- Arquitectura vs estructuras
- Estructuras vs instalaciones sanitarias

Así también para este análisis de interferencias, no se considerará las confrontaciones con el modelo de instalaciones eléctricas, debido a que esta especialidad no presenta complicaciones críticas de acuerdo con el procedimiento constructivo, es decir, las conducciones se hacen mediante tuberías de diámetros pequeños por lo que no generan interferencias considerables en el proyecto. Es mucho más simple una solución en caso se encuentren incompatibilidades con respecto a dicha especialidad. Las instalaciones eléctricas además según el procedimiento constructivo tradicional se realizan una vez que la estructura ya se encuentra en casco gris por lo que resulta más sencillo dar soluciones sin demandar mucho tiempo; razón por la cual, con fines prácticos, no se realizará dicha confrontación.

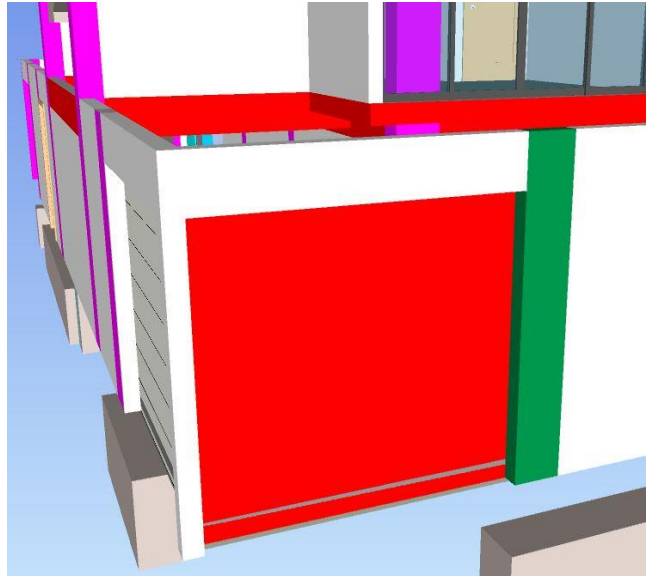
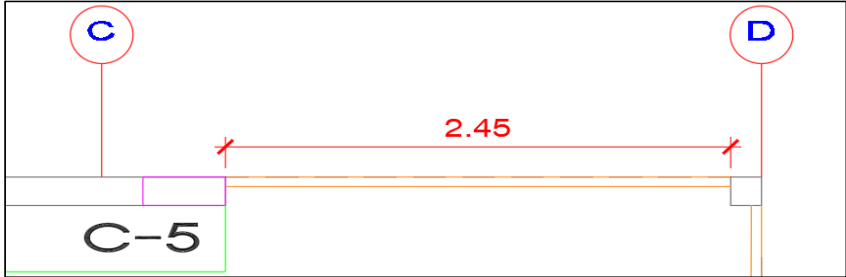
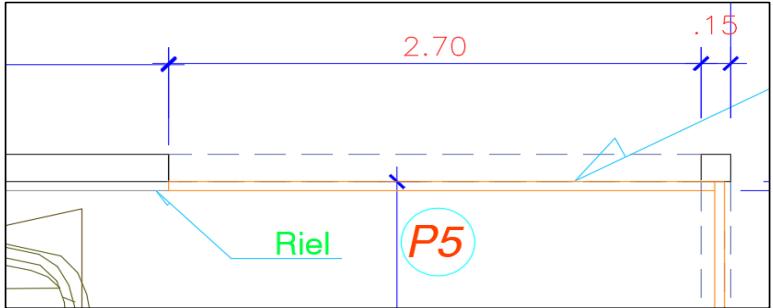
A continuación, se mostrará los resultados de las interferencias encontradas en la especialidad de arquitectura vs estructuras y estructuras vs instalaciones sanitarias.

Tabla 2. Interferencia N°1

CÓDIGO	EST-ARQ // 001																						
ESPECIALIDAD	Estructuras vs arquitectura																						
NIVEL	Nivel 1																						
																							
																							
<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b></p> <p>Destruir la columna y volverla a construir unos centímetros mas allá, para que las dimensiones de la puerta se puedan colocar</p>																							
<p><b>OBSERVACIÓN:</b> Se observa que con las dimensiones de la puerta principal colisiona con la columneta C-5.</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b> La columneta ya esta construida y al momento de querer poner la puerta se detecta que el vano mide menos de los 1.10 metros.</p> <p><b>COMENTARIO:</b> Se puede destruir la columneta C-5 debido a que solamente soporta un muro perimetral y al colocarlo en otra posición no afectaría a la estructura.</p>																							
<p><b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto f'c=210 en columnas (m3)</td> <td>306.63</td> <td>0.156</td> <td>S/ 47.83</td> </tr> <tr> <td>Acero refuerzo en columna (kg)</td> <td>3.61</td> <td>21.23</td> <td>S/ 76.64</td> </tr> <tr> <td>Encofrado de columnas (m2)</td> <td>31.56</td> <td>2.86</td> <td>S/ 90.26</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>TOTAL</b></td> <td><b>S/ 214.74</b></td> </tr> </tbody> </table>					P.U.	Cantidad	Parcial	Concreto f'c=210 en columnas (m3)	306.63	0.156	S/ 47.83	Acero refuerzo en columna (kg)	3.61	21.23	S/ 76.64	Encofrado de columnas (m2)	31.56	2.86	S/ 90.26	<b>TOTAL</b>			<b>S/ 214.74</b>
	P.U.	Cantidad	Parcial																				
Concreto f'c=210 en columnas (m3)	306.63	0.156	S/ 47.83																				
Acero refuerzo en columna (kg)	3.61	21.23	S/ 76.64																				
Encofrado de columnas (m2)	31.56	2.86	S/ 90.26																				
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 214.74</b>																				

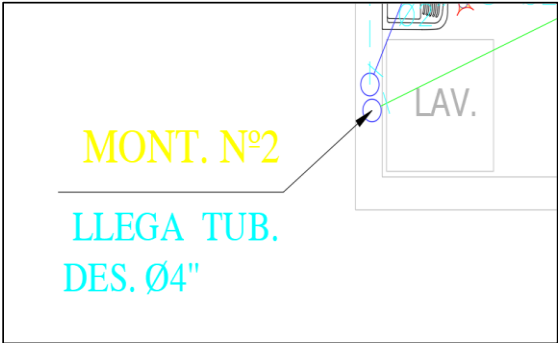
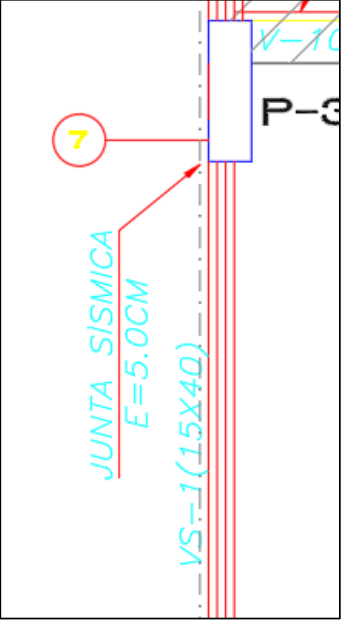
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Interferencia N°2

CÓDIGO	EST-ARQ// 002																									
ESPECIALIDAD	Estructuras vs arquitectura																									
NIVEL	Nivel 1																									
																										
			<p>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</p> <p>Destruir la columna y volverla a construir unos centímetros mas allá, para que las dimensiones de la puerta se puedan colocar.</p>																							
<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Se observa que con las dimensiones de la puerta del garaje colisiona con la columneta C-5</p> <p>CASO MAS CRÍTICO:</p> <p>La columneta ya esta construida y al momento de querer poner la puerta del garaje se detecta que el vano mide menos de los 2.70 metros.</p> <p>COMENTARIO:</p> <p>Se puede destruir la columneta C-5 debido a que solamente soporta un muro perimetral y al colocarlo en otra posición no afectaría a la estructura.</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</th> </tr> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto f'c=210 en columnas (m3)</td> <td>306.63</td> <td>0.156</td> <td>S/ 47.83</td> </tr> <tr> <td>Acero refuerzo en columna (kg)</td> <td>3.61</td> <td>21.23</td> <td>S/ 76.64</td> </tr> <tr> <td>Encofrado de columnas (m2)</td> <td>31.56</td> <td>2.86</td> <td>S/ 90.26</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>TOTAL</b></td> <td><b>S/ 214.74</b></td> </tr> </tbody> </table>		CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:					P.U.	Cantidad	Parcial	Concreto f'c=210 en columnas (m3)	306.63	0.156	S/ 47.83	Acero refuerzo en columna (kg)	3.61	21.23	S/ 76.64	Encofrado de columnas (m2)	31.56	2.86	S/ 90.26	<b>TOTAL</b>		
CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:																										
	P.U.	Cantidad	Parcial																							
Concreto f'c=210 en columnas (m3)	306.63	0.156	S/ 47.83																							
Acero refuerzo en columna (kg)	3.61	21.23	S/ 76.64																							
Encofrado de columnas (m2)	31.56	2.86	S/ 90.26																							
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 214.74</b>																							

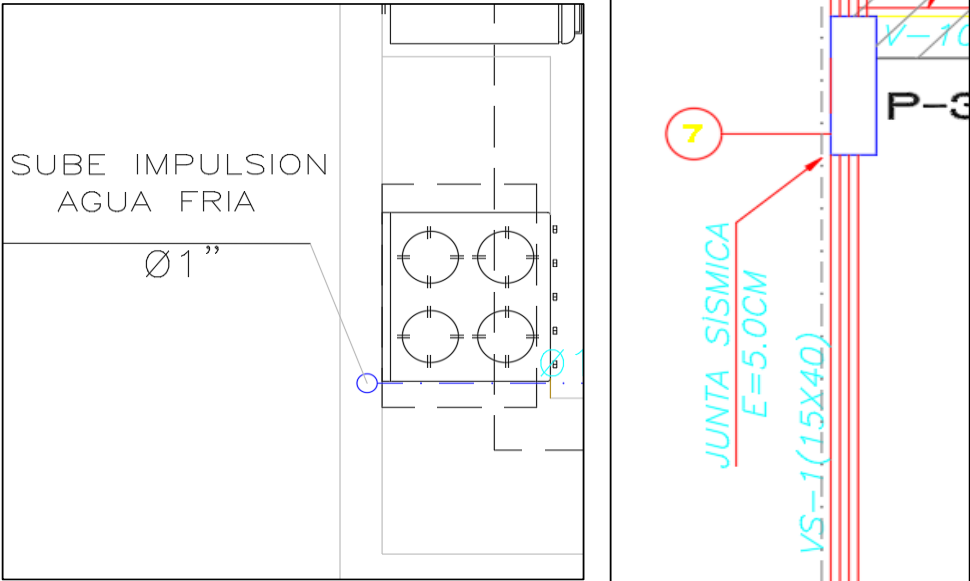
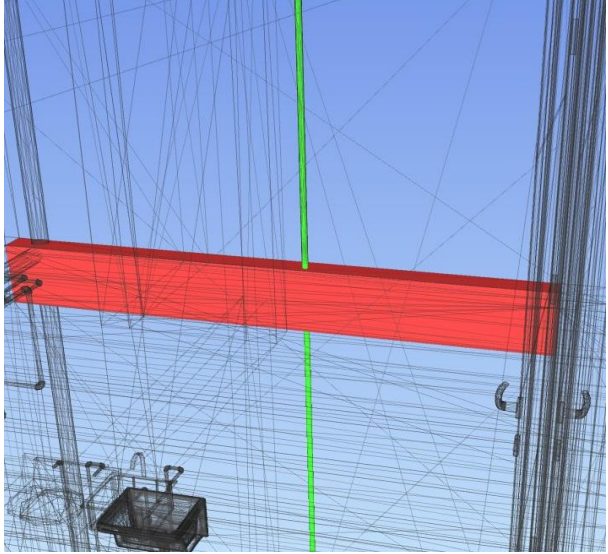
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Interferencia N°3

CÓDIGO	EST-INST // 001																						
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones																						
NIVEL	1°, 2°, 3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)																						
 <p><b>MONT. N°2</b> <b>LLEGA TUB. DES. Ø4"</b></p>		 <p><b>JUNTA SISMICA E=5.0CM</b> <b>VS-1 (15X40)</b> <b>P-3</b></p>																					
<p><b>OBSERVACIÓN:</b></p> <p>Se observa que la montante N°2 cruza la viga VS-1 (15x40)</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b></p> <p>La viga ya se ha vaceado conjuntamente con la losa, se va a colocar la montante y se detecta que debe cruzar por la viga.</p>		<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b></p> <p>La viga debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedo perforada.</p>																					
		<p><b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/ 351.97</td> <td>0.04</td> <td>S/ 14.08</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/ 288.59</td> <td>0.04</td> <td>S/ 11.54</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td><b>S/ 25.62</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Se repite en 5 niveles</td> <td><b>S/ 128.11</b></td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.04	S/ 14.08	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.04	S/ 11.54				<b>S/ 25.62</b>	Se repite en 5 niveles			<b>S/ 128.11</b>
	P.U.	Cantidad	Parcial																				
Perforación (m3):	S/ 351.97	0.04	S/ 14.08																				
Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.04	S/ 11.54																				
			<b>S/ 25.62</b>																				
Se repite en 5 niveles			<b>S/ 128.11</b>																				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Interferencia N°4

CÓDIGO	EST-INST // 002																						
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones																						
NIVEL	1°, 2°, 3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)																						
																							
																							
<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b>                      La viga debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada.</p>																							
<p><b>OBSERVACIÓN:</b>                      Se observa que la tubería de agua fría que conduce el agua a los niveles superiores cruza la viga.</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b>                      La viga ya se ha vaciado conjuntamente con la losa, se va a colocar la tubería de agua fría y se detecta que se debe cruzar por la viga.</p>	<p><b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/ 351.97</td> <td>0.05</td> <td>S/ 17.60</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/ 288.59</td> <td>0.05</td> <td>S/ 14.43</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td><b>S/ 32.03</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Se repite en 5 niveles</td> <td><b>S/ 160.14</b></td> </tr> </tbody> </table>				P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43				<b>S/ 32.03</b>	Se repite en 5 niveles			<b>S/ 160.14</b>
		P.U.	Cantidad	Parcial																			
	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60																			
	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43																			
				<b>S/ 32.03</b>																			
Se repite en 5 niveles			<b>S/ 160.14</b>																				

Fuente: Elaboración propia

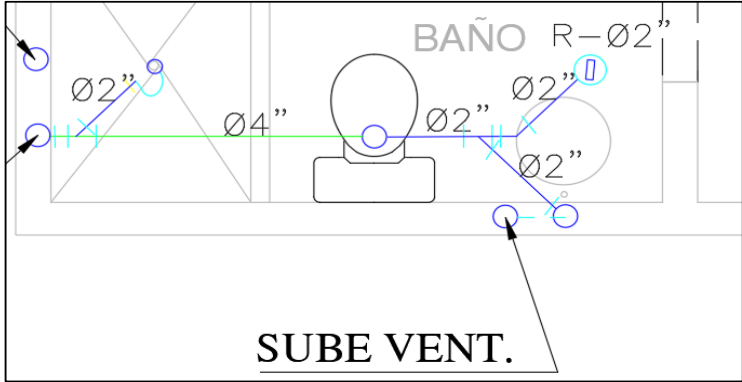
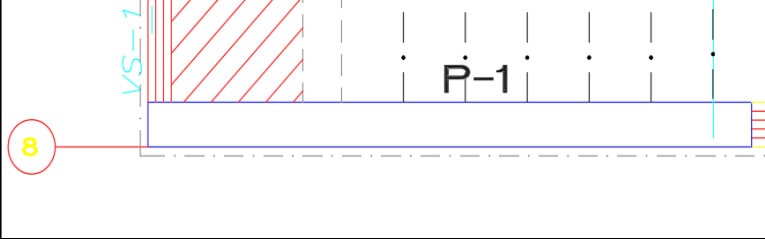


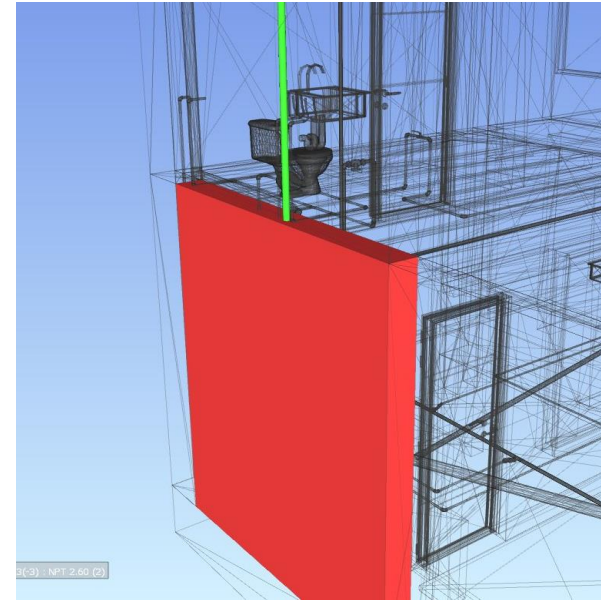
Tabla 6. Interferencia N°5

CÓDIGO	EST-INST // 003																		
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones																		
NIVEL	Nivel 1																		
<p><b>MONT. N°4 LLEGA Y BAJA DES. Ø4"</b></p>																			
		<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b></p> <p>Mover la montante fuera de la placa y esconderla con un recubrimiento de dry-wall para que no se note.</p>																	
<p><b>OBSERVACIÓN:</b></p> <p>Se observa que la montante N°4 cruza verticalmente con la placa P-2.</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b></p> <p>La placa ya se ha vaceado, se va a colocar la montante y se detecta que se va a cruzar con la placa.</p>	<p><b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recubrimiento con dry-wall (m2)</td> <td>S/ 47.70</td> <td>2.1</td> <td>S/ 100.17</td> </tr> <tr> <td>Colocación de la tubería y accesorios (m)</td> <td>S/ 28.52</td> <td>2.4</td> <td>S/ 68.45</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td><b>S/ 168.62</b></td> </tr> </tbody> </table>				P.U.	Cantidad	Parcial	Recubrimiento con dry-wall (m2)	S/ 47.70	2.1	S/ 100.17	Colocación de la tubería y accesorios (m)	S/ 28.52	2.4	S/ 68.45				<b>S/ 168.62</b>
		P.U.	Cantidad	Parcial															
	Recubrimiento con dry-wall (m2)	S/ 47.70	2.1	S/ 100.17															
	Colocación de la tubería y accesorios (m)	S/ 28.52	2.4	S/ 68.45															
			<b>S/ 168.62</b>																

Fuente: Elaboración propia

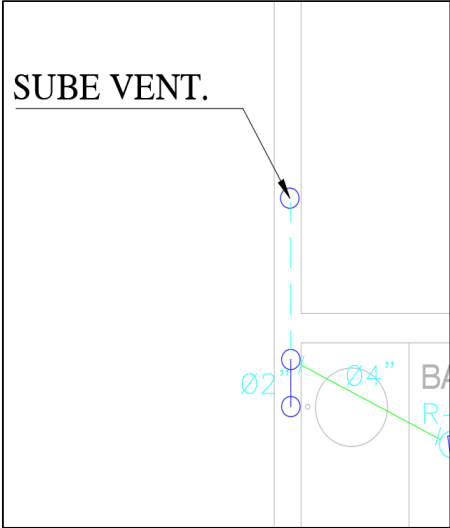
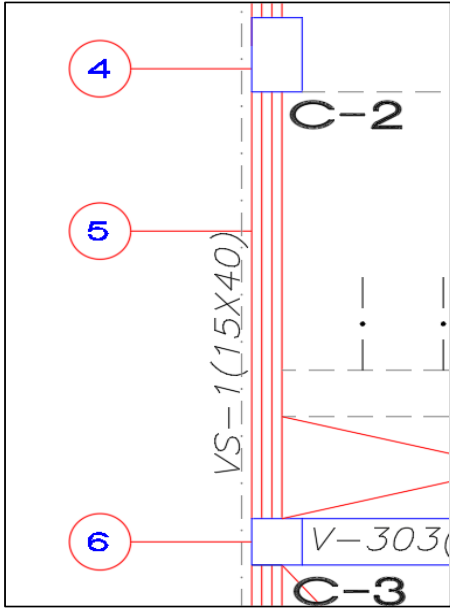
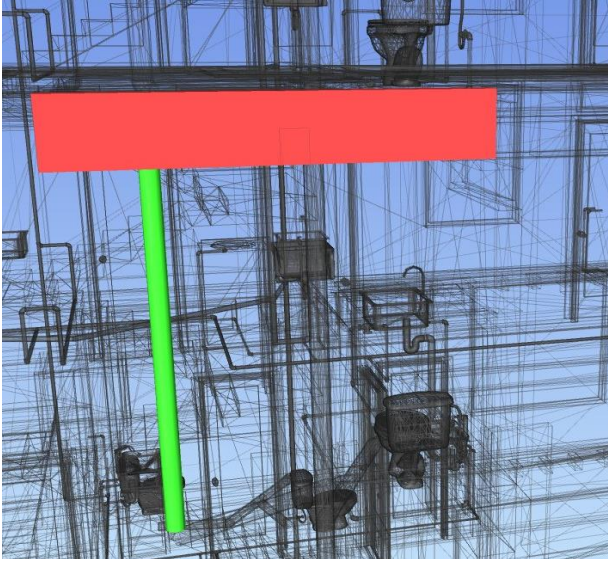
Tabla 7. Interferencia N°6

CÓDIGO	EST-INST // 004			
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones			
NIVEL	1°, 2°, 3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)			
				
				
<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b></p> <p>Reubicar la ventilación fuera de la placa para el lado de un muro en el que no habría problema en colocarlo.</p>				
<p><b>OBSERVACIÓN:</b> Se observa que la tubería de ventilación sube a los pisos superiores y pasa por la placa P-1.</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b> La placa se ha vaceado, se va a colocar las tuberías y se detecta que tiene que pasar por la placa P-1.</p>	<b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b>			
		P.U.	Cantidad	Parcial
	Colocación de la tubería y accesorios (m)	S/ 28.52	2.6	S/ 74.15
				<b>S/ 74.15</b>
	Se repite en 5 niveles			<b>S/ 370.76</b>




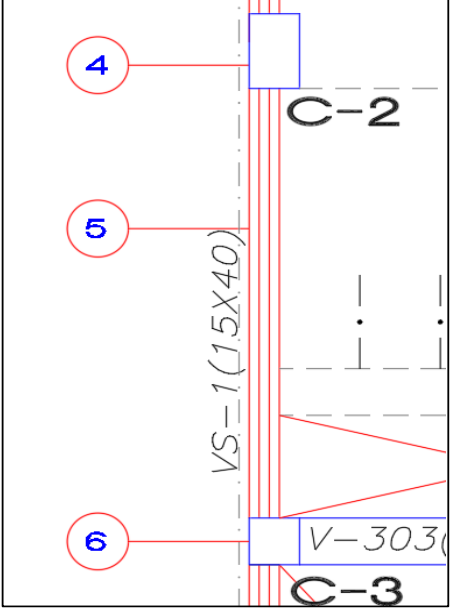
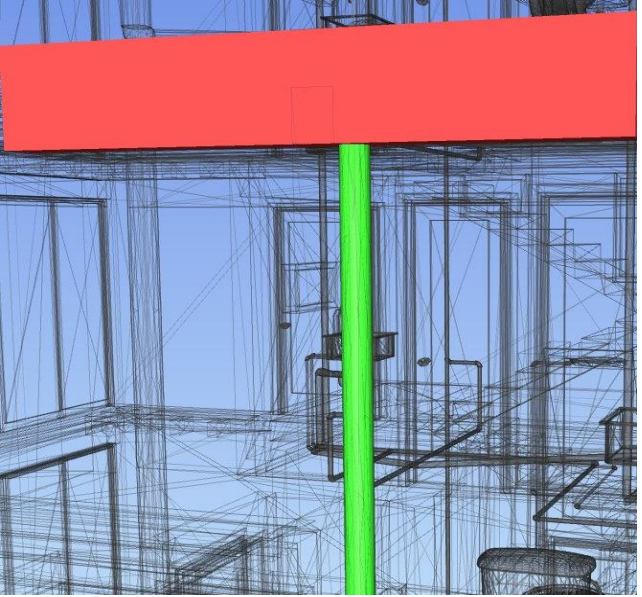
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Interferencia N°7

CÓDIGO	EST-INST // 005																						
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones																						
NIVEL	1°, 2°, 3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)																						
 																							
	<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b>                  La viga debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la ventilación pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedo perforada.</p>																						
<p><b>OBSERVACIÓN:</b>                  Se observa que la ventilación interseca la viga VS-1(15x40).</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b>                  La viga ya se ha vaceado conjuntamente con la losa, se va a colocar la ventilación y se detecta que debe cruzar por la viga.</p>	<p><b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/ 351.97</td> <td>0.05</td> <td>S/ 17.60</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/ 288.59</td> <td>0.05</td> <td>S/ 14.43</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td><b>S/ 32.03</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Se repite en 5 niveles</td> <td><b>S/ 160.14</b></td> </tr> </tbody> </table>				P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43				<b>S/ 32.03</b>	Se repite en 5 niveles			<b>S/ 160.14</b>
		P.U.	Cantidad	Parcial																			
	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60																			
	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43																			
				<b>S/ 32.03</b>																			
Se repite en 5 niveles			<b>S/ 160.14</b>																				

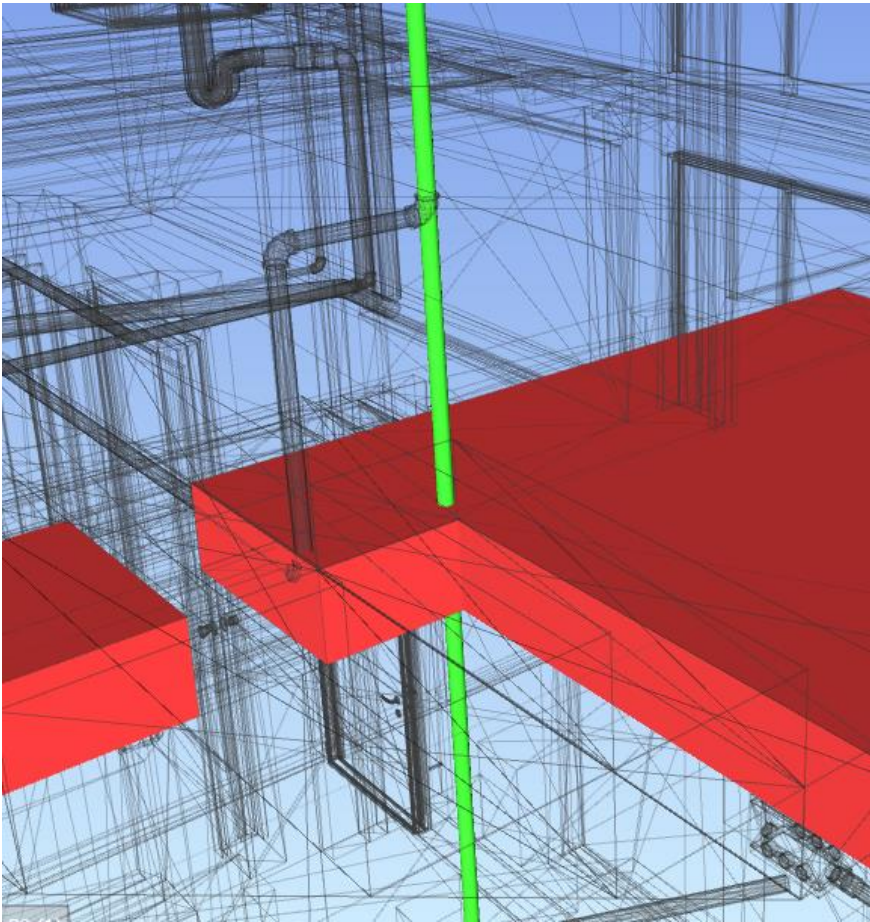
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Interferencia N°8

CÓDIGO	EST-INST // 006																						
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones																						
NIVEL	3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)																						
 <p>MONT. N°1 LLEGA Y BAJA TUB. DES. Ø4"</p>																							
				<p>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA: La viga debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la montante pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada.</p>																			
<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Se observa que la montante N°1 interseca la viga VS-1(15x40).</p> <p>CASO MAS CRÍTICO:</p> <p>La viga ya se ha vaciado conjuntamente con la losa, se va a colocar la montante y se detecta que debe cruzar por la viga.</p>	<p>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/ 351.97</td> <td>0.05</td> <td>S/ 17.60</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/ 288.59</td> <td>0.05</td> <td>S/ 14.43</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>S/ 32.03</b></td> </tr> <tr> <td>Se repite en 3 niveles</td> <td></td> <td></td> <td><b>S/ 96.08</b></td> </tr> </tbody> </table>				P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43				<b>S/ 32.03</b>	Se repite en 3 niveles			<b>S/ 96.08</b>
		P.U.	Cantidad	Parcial																			
	Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60																			
	Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43																			
				<b>S/ 32.03</b>																			
Se repite en 3 niveles			<b>S/ 96.08</b>																				

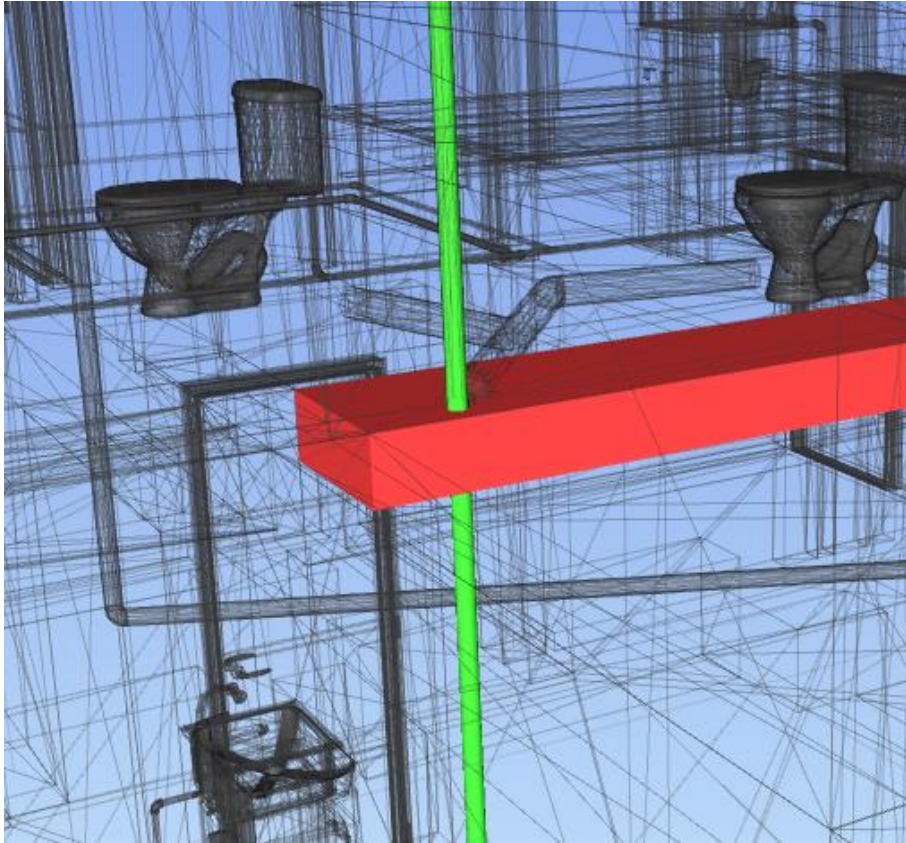
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Interferencia N°9

CÓDIGO	EST-INST // 007		
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones		
NIVEL	1°, 2°, 3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)		
			
<p><b>OBSERVACIÓN:</b></p> <p>Se observa que la tubería de agua que va desde el primer piso hasta el quinto piso pasa por una losa maciza que le pertenece a la escalera</p> <p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b></p> <p>La losa maciza ya ha sido vaceado y se procede a colocar las tuberías pero se detecta que este debe cruzar la losa maciza</p>			
<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b></p> <p>La losa maciza debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería de agua pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedo perforada.</p>			
<b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b>			
	P.U.	Cantidad	Parcial
Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60
Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43
			<b>S/ 32.03</b>
Se repite en 5 niveles			<b>S/ 96.08</b>

Fuente: Elaboración propia

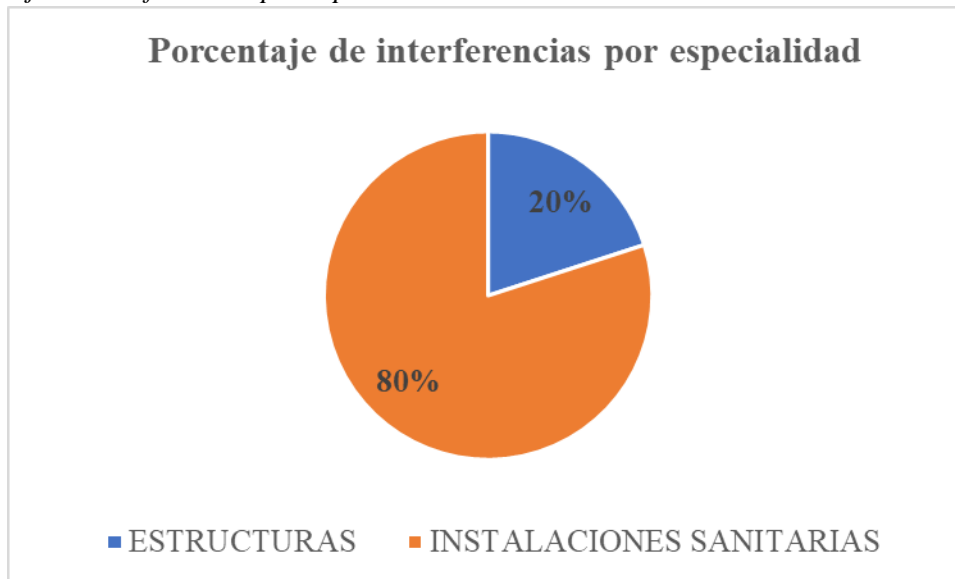
Tabla 11. Interferencia N°10

CÓDIGO	EST-INST // 008		
ESPECIALIDAD	Estructura vs instalaciones		
NIVEL	1°, 2°, 3°, 4°, 5° Plantas (Típicas)		
			
<p><b>OBSERVACIÓN:</b></p> <p>Se observa que la tubería de agua que va desde el primer piso hasta el quinto piso pasa por una losa maciza que le pertenece a la escalera</p>			
<p><b>CASO MAS CRÍTICO:</b></p> <p>La losa maciza ya ha sido vaceado y se procede a colocar las tuberías pero se detecta que este debe cruzar la losa maciza</p>			
<p><b>SOLUCIÓN ANTE LA INTERFERENCIA:</b></p> <p>La viga debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la montante pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedo perforada.</p>			
<b>CUANTIFICACIÓN DEL COSTO:</b>			
	P.U.	Cantidad	Parcial
Perforación (m3):	S/ 351.97	0.05	S/ 17.60
Colocación de concreto (m3):	S/ 288.59	0.05	S/ 14.43
			<b>S/ 32.03</b>
Se repite en 5 niveles			<b>S/ 96.08</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 54**

*Porcentaje de interferencias por especialidad*



La figura 54 nos indica el porcentaje de interferencias que existe por especialidad, en la especialidad de instalaciones se tuvo un 80 % de interferencias, por otro lado en estructuras se obtuvieron un porcentaje del 20% del total de interferencias que existen en el proyecto.

Una vez detectado todas las interferencias que existen en el proyecto se calcularon valores aproximados frente a las posibles soluciones que se podrían dar en el proyecto para cada interferencia. De este análisis se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 12. *Cálculo total aproximado de cuantificaciones de costos para las interferencias.*

<b>RESUMEN DE CUANTIFICACIÓN DE COSTOS</b>	
Interferencia	Valor aprox. (S/.)
EST-ARQ // 001	S/ 214.74
EST-ARQ // 002	S/ 214.74
EST-INST // 001	S/ 128.11
EST-INST // 002	S/ 160.14
EST-INST // 003	S/ 168.62
EST-INST // 004	S/ 370.76

EST-INST // 005	S/ 160.14
EST-INST // 006	S/ 96.08
EST-INST // 007	S/ 96.08
EST-INST // 008	S/ 96.08
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1,705.49</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 12, el costo total de las interferencias de instalaciones y estructuras es de S/. 1705.49.



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- Los resultados de la investigación presentada indican que al comparar el costo inicial vs el costo con Revit se obtuvo una diferencia menor en 4.53% esto se debe a que existen errores dentro del proyecto, además de omisiones que se pueden dar o los excesos en metrados de cada partida, los cuales fueron originados por el factor humano la cual concuerda con la investigación de Julcamoro (2019) por lo que sus resultados indican que al hacer el presupuesto con Revit se obtienen otros valores comparándolo con el costo inicial, esto concluye que fue debido al factor humano en el cual cometieron errores, omisiones y excesos de metrados.
- Al momento de poder calcular los metrados del proyecto Don Antonio con la metodología BIM se obtuvo resultados mucho más reales cuando se ejecuta en obra, la cual concuerda con la investigación de Apaza (2015) que indica; los metrados realizados mediante la metodología BIM son más concordantes con lo que realmente se ejecuta en obra y por ello tiene una mayor confiabilidad frente a los metrados tradicionales.
- Caparó (2016) indica en su conclusión que BIM es una herramienta y metodología útil para disminuir la variabilidad entre lo proyectado y lo construido, en nuestra investigación esto se puede ver reflejado al momento de hacer los metrados del proyecto en el cual tienen un valor mucho más real y confiable respecto al valor inicial que se propuso en la etapa de diseño.
- De los resultados obtenidos y en cuanto a la revisión de otros trabajos para encontrar y/o comparar resultados se encontró que en la tesis Encalada (2016) dentro de sus resultados encontrados obtienen que la mayor cantidad de problemas o interferencias se hallaron en la especialidad de instalaciones sanitarias lo cual

concuenda con la presente investigación en la cual las incompatibilidades e interferencias fueron en las mismas especialidades como son la de instalaciones sanitarias.

- La investigación de Durand (2017) tuvo como resultado la detección de 180 interferencias, de las cuales la especialidad de instalaciones sanitarias cuenta con el mayor porcentaje de interferencias con un 32%, por otro lado, la presente investigación tuvo como resultados que la especialidad de instalaciones sanitarias presenta mayor porcentaje de interferencias la cuales fueron 80 %. Finalmente, las conclusiones de Durand (2017) con las de este estudio están de acuerdo en que la especialidad de instalaciones sanitarias es la que presenta mayores interferencias en los proyectos.

#### **4.2 Conclusiones**

- Dentro de la investigación se logró implementar la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel. con lo que quedó demostrada la hipótesis general y se evidencio que la metodología influye de manera positiva en el proyecto.
- El modelamiento del proyecto utilizando softwares con interfaz BIM, influye de manera positiva al proyecto, debido a que se pudo implementar de manera exitosa la metodología BIM.
- La implementación de la metodología BIM al momento de calcular el costo con el programa Revit del proyecto, influyó de manera positiva, ya que se obtuvo un costo de S/. 345,375.13 en el cual es más confiable y real respecto al valor inicial.

- La implementación de la metodología BIM al momento de comparar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit influye de manera positiva debido a que se obtuvo una diferencia de S/.16,396.24 siendo esta 4.53 % menos del costo inicial.
- La metodología BIM influye de manera positiva al proyecto debido a que se pudo identificar las interferencias de manera anticipada donde del total de interferencias encontradas 80% fueron de instalaciones sanitarias y 20% fueron de la especialidad de estructuras.
- Al momento de detectar las interferencias se halló el costo total de cuánto costaría solucionarlas, por ende, el costo total sería de S/. 1705.49.
- Se observó que en el presupuesto del edificio multifamiliar Don Antonio existe errores, omisiones y excesos en metrados de diferentes partidas, las cuales se debieron a un error del factor humano.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Trabajar de manera colaborativa con las otras especialidades del proyecto para poder detectar a tiempo todos los inconvenientes, interferencias o incompatibilidades que podrían ocurrir en la etapa de la construcción.
- Capacitarse de manera constante con las herramientas nuevas que pueden brindar los programas con interfaz BIM, para poder hacer una buena implementación BIM en un proyecto.
- Al implementar BIM en un proyecto se debe tomar en cuenta que al momento de modelar se debe tener en consideración los procesos constructivos para obtener un modelado real y poder obtener una información confiable.

## REFERENCIAS

- Alcántara, V. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú).
- Apaza, J. (2015). *Aplicación de metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna*. (Tesis de pregrado, Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú).
- Bances, P. y Falla, S. (2015). *La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “los claveles” en Trujillo-Perú*. (Tesis de pregrado Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.)
- Barco, D. (2018). *Guía para implementar y gestionar proyectos BIM*. 1ra ed. Madrid: Independently published.
- BIMnD. (2017). *¿Qué es LOD en la metodología BIM? 2020*, de BIMnD Sitio web: <https://www.bimnd.es/lod-la-metodologia-bim/>
- Buendía, L.; Colás, P y Hernández, F. (2001): *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Madrid; McGraw-Hill.
- Calcagno F. (2018). *BIM - Las curvas de decisión - Miller&Co - Ing. Fabián Calcagno* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=cGa3F0MYMW0&ab\\_channel=MillerCoChannel](https://www.youtube.com/watch?v=cGa3F0MYMW0&ab_channel=MillerCoChannel)
- Caparó, M. (2016). *Aplicación de la Tecnología BIM a la gestión integral en la Elaboración de Proyectos de Construcción de Edificaciones, caso: Edificio Huertas*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú).

- Chirinos, L. y Pecho, J. (2019). *Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido*. (Tesis de postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú).
- Dongping, C., Guangbin, W., Heng, L., Skitmore, M., Huang, T., y Zang, W. (2015). *Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China*. ELSEVIER,20,2,113-132.
- Durand, J. (2017). *Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao -2016*. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú).
- Encalada, S. (2016). *Aplicación de la tecnología BIM en la gestión de la construcción y análisis de los beneficios del modelamiento 4d-5d (tiempo-costos) en un edificio de 9 pisos en la ciudad de Arequipa*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú).
- Espinoza, J. y Pacheco, E. (2014). *Mejoramiento de la Constructibilidad mediante herramientas BIM*. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú).
- Gómez, Sergio (2012). *Metodología de la investigación*. Editorial Red Tercer Milenio.
- Gonzales, C. (2015), “*Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas*”. (Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España).
- Julcamoro, P. (2019). *Implementación de la metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del gobierno regional de Cajamarca -2018*. (Tesis de pregrado, Universidad privada del norte, Lima, Perú).

- Miñin, F. (2018). *Implementación del BIM en el Edificio Multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018*. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú).
- Mojica, A. (2016). *Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio*. Universidad Autónoma de Yucatán, 20, 1, 34-45.
- Nassar, K. (2010). *The Effect off Building Information Modeling on the Accuracy of Estimates*. The sixth annual AUC research conference. American University in Cairo. 6, 6, 20-29.
- Oblitas, J. (2018). *Guía de investigación científica 2018*, Lima: Universidad Privada Del Norte
- Pucko, Z. (2014). *Building Information Modeling Based Time And Cost Planning In Construction Projects*. Organization, technology and management in construction, 1.6, 958-971.
- Quiroa M. (2020). *Recursos materiales*. Economipedia.com
- Romero, L. (2020). *Importancia de la sección materiales y métodos en los artículos científicos*. Revista Comunicar. <https://doi.org/10.3916/escuela-de-autores-120>
- Saldias, R. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. Chile. (Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile).
- Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: Interamericana Editores.
- Santamarta, J. y Mas, J. (2018). *BIM, realidad aumentada y técnicas holográficas aplicadas a la construcción*. Anales de edificación, 4, 1, 27-36.
- Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R. y Diego, J. (2011). *Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones*

*usando tecnologías BIM*. Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográfica (UNMSM). 14, 28, 34-45.

**ANEXOS**

## ANEXO N.º 1 Operacionalización de la variable

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN DE VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Independiente:</b> Metodología BIM	BIM configura un proceso que permite generar, almacenar, administrar, intercambiar y distribuir información de una edificación de manera reutilizable e interoperable en un mismo modelo 3D. Mojica (2016)	Uso del software Revit y Navisworks	Costo de incompatibilidades	Numérica
			Identificación de interferencias anticipadamente	Nominal
			Estimación de metrados	Ordinal
		Uso de la metodología en un proyecto	Nivel de implementación BIM	Nominal
			Influencia de la metodología en el proyecto	Ordinal
<b>Dependiente:</b> Edificio multifamiliar Don Antonio	Es aquella edificación tiene mas de dos viviendas en las que comparten el mismo área de terreno.	Gestión de estrategias	Detección de interferencias	Numérica
			Prevención de interferencias	Numérica
		Presupuesto de obra	Costo total del proyecto	Numérica
			Costo total del proyecto con Revit	Numérica



ANEXO N.º 2: Matriz de consistencia

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>					
TÍTULO: Implementación de la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020					
AUTOR: Carlos Antonio Reyes Villarreal					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
<p><b>Problema principal:</b> ¿Cómo influye la implementación de la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020?</p> <p><b>Problema específico 1:</b> ¿Como influye la implementación de la metodología BIM, modelando el proyecto utilizando softwares con interfaz BIM?</p> <p><b>Problema específico 2:</b> ¿Como influye la implementación de la metodología BIM al momento de calcular el costo con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020.</p> <p><b>Objetivo específico 1:</b> Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM, modelando el proyecto utilizando softwares con interfaz BIM con el fin de realizar análisis de forma eficaz.</p> <p><b>Objetivo específico 2:</b> Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM al momento de calcular el costo con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La implementación de la metodología BIM influye de manera positiva en el edificio multifamiliar Don Antonio en San Miguel, Lima 2020.</p> <p><b>Hipótesis específica 1:</b> La implementación del modelado con softwares usados en la metodología BIM para el proyecto influye de manera positiva.</p> <p><b>Hipótesis específica 2:</b> La implementación de la metodología BIM en el proyecto para poder determinar el costo del proyecto con el programa Revit influye de manera positiva.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Metodología BIM</p> <p><b>Dimensiones</b> -Uso del software Revit y Navisworks -Uso de la metodología en un proyecto</p> <p><b>Indicadores</b> - Costo de incompatibilidades -Identificación de interferencias anticipadamente -Estimación de metrados -Nivel de implementación BIM -Influencia de la metodología en el proyecto</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Edificio multifamiliar Don Antonio</p> <p><b>Dimensiones</b> -Gestión de estrategias -Presupuesto de obra</p> <p><b>Indicadores</b> -Detección de interferencias -Prevención de interferencias -Costo total del proyecto -Costo total del proyecto con Revit</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p><b>Según su propósito:</b> Aplicada</p> <p><b>Según su profundidad:</b> Descriptiva</p> <p><b>Según la naturaleza de datos:</b> Cuantitativa</p> <p><b>Según su manipulación de variable:</b> No experimental</p>

<p><b>Problema específico 3:</b> ¿Como influye la implementación de la metodología BIM al comparar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”?</p> <p><b>Problema específico 4:</b> ¿Como influye la detección de interferencias en el proyecto a estudiar mediante la metodología BIM?</p>	<p><b>Objetivo específico 3:</b> Determinar la influencia de la implementación de la metodología BIM al comparar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio”.</p> <p><b>Objetivo específico 4:</b> Determinar la influencia de las interferencias detectadas en el proyecto a estudiar mediante la metodología BIM.</p>	<p><b>Hipótesis específica 3:</b> La implementación de la metodología BIM en el proyecto para comprar el costo inicial vs el costo hecho con el programa Revit del proyecto “Don Antonio en San Miguel” influye de manera positiva.</p> <p><b>Hipótesis específica 4:</b> Al implementar la metodología BIM para identificar las interferencias en el proyecto a estudiar influye de manera positiva.</p>			
--	---	---	--	--	--

**ANEXO N.º 3 Tabla comparativa de presupuesto inicial vs presupuesto con Revit**

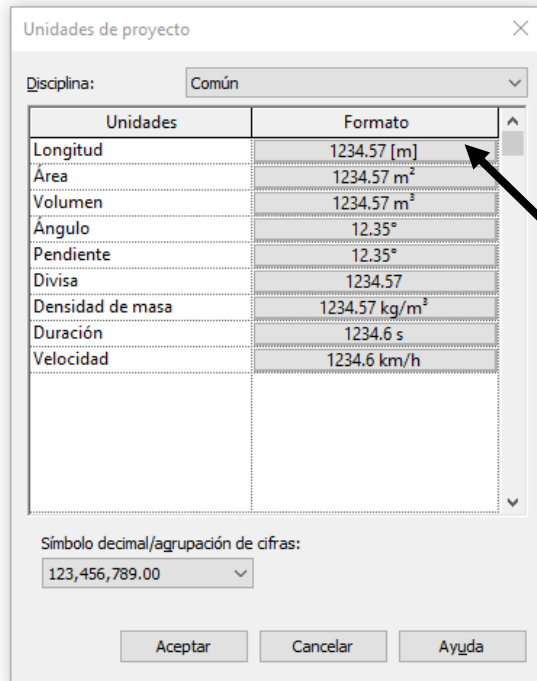
Partida	Descripción	PRESUPUESTO INICIAL				PRESUPUESTO CON REVIT		
		Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>1.00.00</b>	<b>PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>							
1.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				4,469.45			4,469.45
1.01.01	Casetas, baños y servicios	glb	1.00	1,966.56	1,966.56	1.00	1,966.56	1,966.56
1.01.02	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	glb	1.00	2,502.89	2,502.89	1.00	2,502.89	2,502.89
1.02.00	<b>DEMOLICIONES</b>				<b>7,061.72</b>			<b>7,061.72</b>
1.02.01	Demolición de estructuras	glb	1.00	4,827.00	4,827.00	1.00	4,827.00	4,827.00
1.02.02	Apuntalamiento de estructuras	glb	1.00	2,234.72	2,234.72	1.00	2,234.72	2,234.72
1.03.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>6,610.00</b>			<b>6,610.00</b>
1.03.01	Trazo y replanteo	m2	157.50	4.51	710.33	157.50	4.51	710.33
1.03.02	Inspección y anclaje en estructura existente	glb	1.00	3,128.61	3,128.61	1.00	3,128.61	3,128.61
1.03.03	Seguridad y salud en obra	glb	1.00	2,771.06	2,771.06	1.00	2,771.06	2,771.06
<b>2.00.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>							
2.01.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>6,773.99</b>			<b>6,773.99</b>
2.01.01	Excavación manual	m3	73.09	40.58	2,965.99	73.09	40.58	2,965.99
2.01.02	Relleno compactado con material propio	m3	16.15	31.56	509.69	16.15	31.56	509.69
2.01.03	Eliminación de Material de Excavación	m3	65.19	27.06	1,764.04	65.19	27.06	1,764.04
2.01.04	Compactación para falso piso	m2	105.00	8.12	852.60	105.00	8.12	852.60
2.01.05	Relleno compactado con afirmado (e=10cm)	m2	63.00	10.82	681.66	63.00	10.82	681.66
2.02.00	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>11,044.03</b>			<b>15,345.53</b>
2.02.01	Concreto simple en Sub-Cimientos	m3	6.80	175.86	1,195.85	6.80	175.86	1,195.85
2.02.02	Solado de e=5cm	m3	26.24	22.55	591.71	26.24	22.55	591.71
2.02.03	Concreto simple en Cimientos Corridos	m3	16.80	218.25	3,666.60	2.77	218.25	604.55
2.02.04	Concreto simple en sobrecimientos	m3	2.77	220.95	612.03	37.75	220.95	8,340.86
2.02.05	Encofrado de sobrecimientos	m2	37.75	25.25	953.19	37.75	25.25	953.19
2.02.06	Falso Piso e=10cm	m2	105.00	38.33	4,024.65	95.47	38.33	3,659.37
2.03.00	<b>ACERO DE REFUERZO</b>				<b>73,166.65</b>			<b>50,190.52</b>
2.03.01	Acero refuerzo en cisterna	kg	890.63	3.61	3,215.17	523.32	3.61	1,889.19
2.03.02	Acero refuerzo en zapata	kg	343.52	3.61	1,240.11	320.65	3.61	1,157.55

Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
2.03.03	Acero de refuerzo en placas	kg	5,185.45	3.61	18,719.47	2513.46	3.61	9,073.59
2.03.04	Acero refuerzo en columnas	kg	6,065.02	3.61	21,894.72	3551.56	3.61	12,821.13
2.03.05	Acero refuerzo en vigas	kg	5,467.12	3.61	19,736.30	4,721.57	3.61	17,044.87
2.03.06	Acero refuerzo en dinteles	kg	91.80	3.61	331.40	91.80	3.61	331.40
2.03.07	Acero refuerzo en losa	Kg	1,345.63	3.61	4,857.72	1,345.63	3.61	4,857.72
2.03.08	Acero refuerzo en escalera	Kg	878.60	3.61	3,171.75	835.20	3.61	3,015.07
2.04.00	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>				<b>35,125.69</b>			<b>32,401.61</b>
2.04.01	Encofrado de cisterna	m2	46.54	34.27	1,594.93	44.97	34.27	1,541.12
2.04.02	Encofrado de zapatas	m2	28.48	28.86	821.93	28.48	28.86	821.93
2.04.03	Encofrado de placas	m2	230.02	28.86	6,638.38	182.18	28.86	5,257.71
2.04.04	Encofrado de columnas	m2	217.88	31.56	6,876.29	192.64	31.56	6,079.72
2.04.05	Encofrado de vigas	m2	273.26	31.56	8,624.09	269.77	31.56	8,513.94
2.04.06	Encofrado de dinteles	m2	9.00	27.06	243.54	9.00	27.06	243.54
2.04.07	Encofrado de losa	m2	293.45	27.06	7,940.76	279.30	27.06	7,557.86
2.04.08	Encofrado de friso	m2	56.00	19.84	1,111.04	56.00	19.84	1,111.04
2.04.09	Encofrado de escalera	m2	54.36	23.45	1,274.74	54.36	23.45	1,274.74
2.05.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>50,944.68</b>			<b>50,007.16</b>
2.05.01	Concreto f'c= 210 en cisterna	m3	9.22	297.61	2,743.96	9.86	297.61	2,934.43
2.05.02	Concreto f'c= 210 en zapatas	m3	10.75	297.61	3,199.31	10.45	297.61	3,110.02
2.05.03	Concreto f'c= 210 en placas	m3	25.03	306.63	7,674.95	19.25	306.63	5,902.63
2.05.04	Concreto f'c= 210 en columnas	m3	15.23	306.63	4,669.97	15.75	306.63	4,829.42
2.05.05	Concreto f'c= 210 en vigas	m3	34.77	288.59	10,034.27	37.77	288.59	10,898.60
2.05.06	Concreto f'c= 210 de dinteles	m3	1.13	288.59	326.11	1.13	288.59	326.11
2.05.07	Concreto f'c= 210 en losa	m3	30.47	288.59	8,793.34	31.10	288.59	8,975.15
2.05.08	Concreto f'c= 210 en escalera	m3	12.13	288.59	3,500.60	10.70	288.59	3,087.91
2.05.09	Curado de concreto	m2	1,152.98	0.36	415.07	1130.20	0.36	406.87
2.05.10	Aditivo para anclaje concreto nuevo con antiguo	m2	102.00	25.25	2,575.50	102.00	25.25	2,575.50
2.05.11	Acabado en losa	m2	293.45	3.61	1,059.35	279.30	3.61	1,008.27
2.05.12	Ladrillo de techo	mll	3.00	1,984.08	5,952.24	3.00	1,984.08	5,952.24
3.00.00	<b>ARQUITECTURA</b>							
3.01.00	<b>MUROS DE ALBAÑILERIA</b>				<b>45,792.81</b>			<b>53,326.53</b>
3.01.01	Muros de sogá	m2	512.38	83.42	42,742.74	626.34	83.42	52,249.28
3.01.02	Muros de cabeza	m2	28.54	106.87	3,050.07	10.08	106.87	1,077.25
3.02.00	<b>TARRAJEOS Y REVOQUES</b>				<b>41,545.09</b>			<b>39,184.48</b>

Partida	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
3.02.01	Tarrajeo con impermeabilizante en cisterna	m2	32.50	27.06	879.45	32.50	27.06	879.45
3.02.02	Tarrajeo de cielo rasos	m2	293.45	19.84	5,822.05	279.30	19.84	5,541.31
3.02.03	Tarrajeo de vigas	m2	282.26	21.64	6,108.11	282.26	21.64	6,108.11
3.02.04	Tarrajeo de muros interiores	m2	1,287.37	16.23	20,894.02	1163.74	16.23	18,887.50
3.02.05	Tarrajeo de muros exteriores	m2	242.36	21.64	5,244.67	238.97	21.64	5,171.31
3.02.06	Derrames de vanos	m	240.00	10.82	2,596.80	240.00	10.82	2,596.80
3.03.00	<b>PISOS</b>				<b>7,619.07</b>			<b>8,385.96</b>
3.03.01	Desarrollo de gradas de escalera	m	76.80	16.23	1,246.46	72.00	16.23	1,168.56
3.03.02	Contrapisos (e=4cm)	m2	321.20	19.84	6,372.61	363.78	19.84	7,217.40
3.04.00	<b>PINTURA</b>				<b>26,475.80</b>			<b>26,475.80</b>
3.04.01	Pintura exterior e interior	glb	1.00	26,475.80	26,475.80	1.00	26,475.80	26,475.80
4.00.00	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>19,218.61</b>			<b>19,218.61</b>
4.01.00	Sistema de desagüe	glb	1.00	5,810.28	5,810.28	1.00	5,810.28	5,810.28
4.02.00	Sistema de agua fría	glb	1.00	7,151.11	7,151.11	1.00	7,151.11	7,151.11
4.03.00	Sistema de agua caliente	glb	1.00	6,257.22	6,257.22	1.00	6,257.22	6,257.22
5.00.00	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>25,922.78</b>			<b>25,922.78</b>
5.01.00	Instalaciones eléctricas	glb	1.00	25,922.78	25,922.78	1.00	25,922.78	25,922.78

## ANEXO N.º 4. Manual de Revit arquitectura

Para empezar a modelar en Revit, lo primero que debemos hacer es configurar las unidades a metros, por ello se tepea en el teclado la palabra (UN).

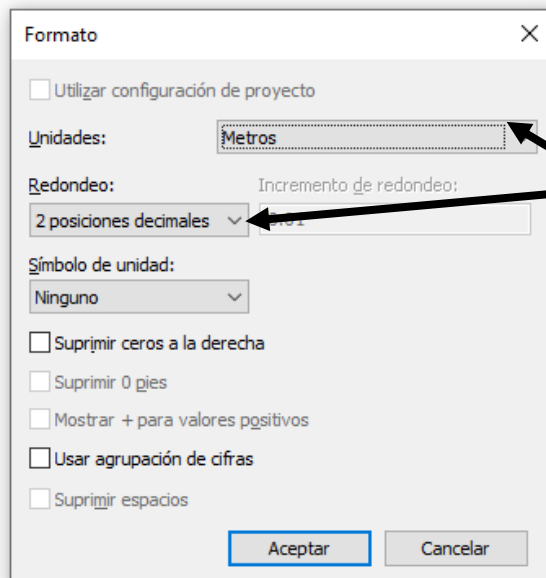


Unidades	Formato
Longitud	1234.57 [m]
Área	1234.57 m <sup>2</sup>
Volumen	1234.57 m <sup>3</sup>
Ángulo	12.35°
Pendiente	12.35°
Divisa	1234.57
Densidad de masa	1234.57 kg/m <sup>3</sup>
Duración	1234.6 s
Velocidad	1234.6 km/h

Aparece este cuadro, debes picar aquí, en la opción longitud.

Aparece este cuadro, debes picar aquí, en la opción longitud.

Aparece este cuadro, debes picar

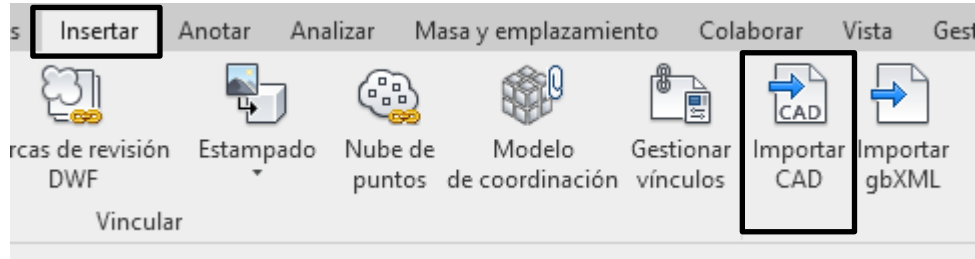


Aquí debes colocar metros y en redondeo debes colocar 2 posiciones decimales y aceptar a todo.

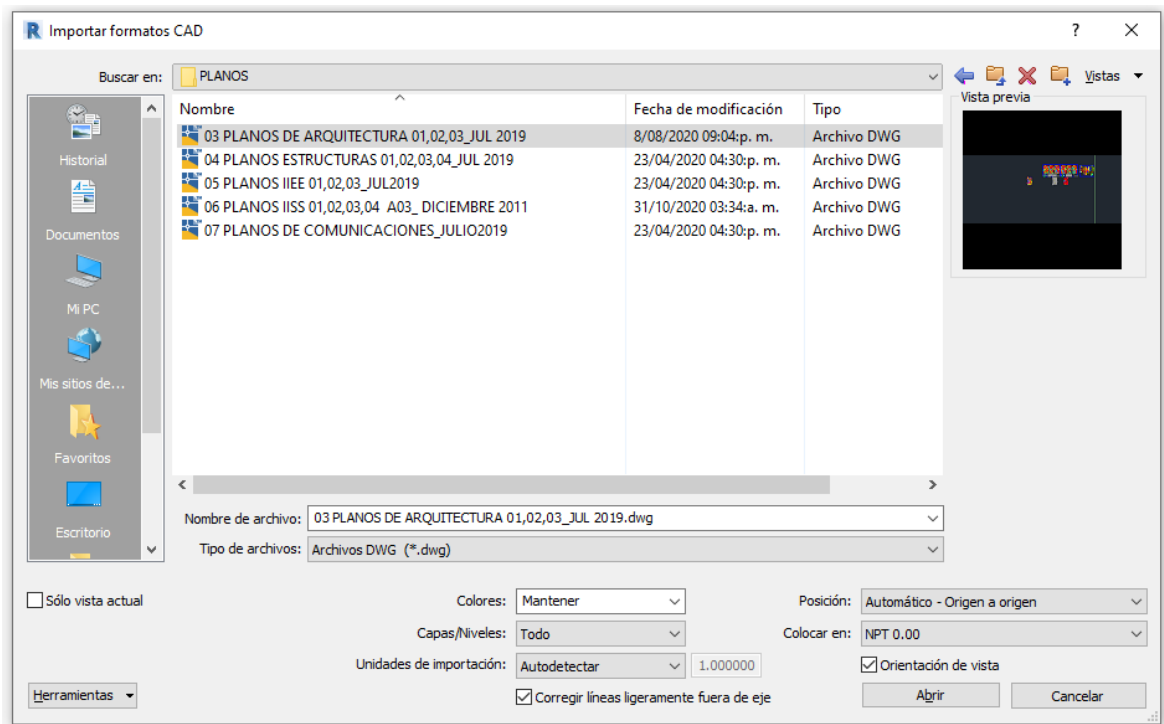
Aquí debes colocar metros y en redondeo debes colocar 2 posiciones decimales y aceptar a todo.

## Insertar CAD al Revit

Para insertar un CAD al Revit para trabajar desde a partir del CAD, tenemos que irnos al apartado de insertar y darle clic a “importar CAD”.

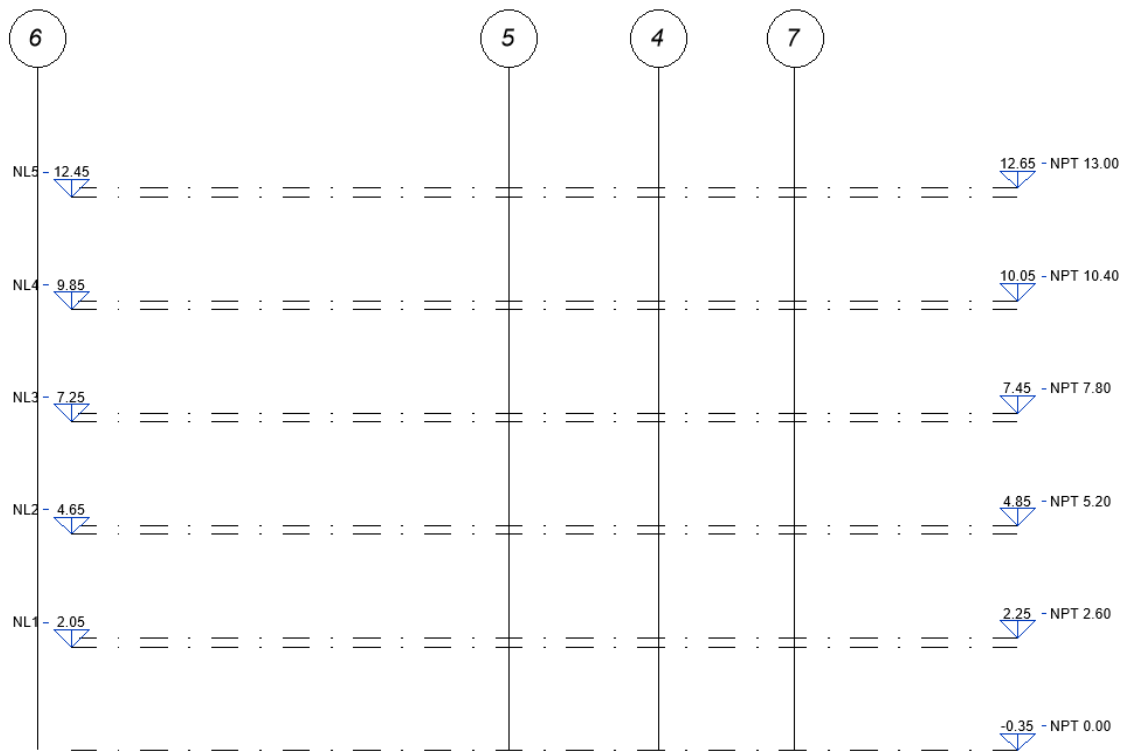


Seleccionamos el plano de arquitectura que queremos trabajar con Revit y lo colocamos en el nivel que queremos, en este caso será en el NPT 0.00, por último, le damos a abrir.



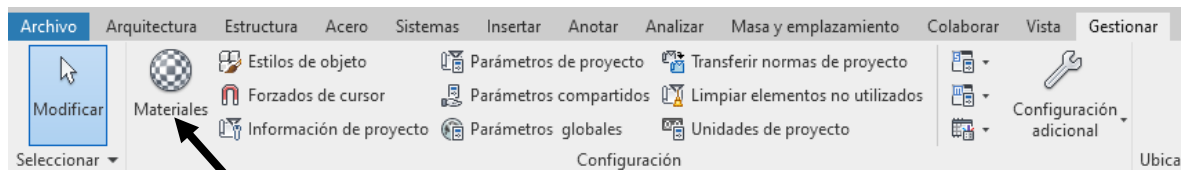
## Ejes

Para empezar a modelar el proyecto lo primero que debemos hacer después de poner las unidades es poner los niveles con los ejes respectivos.



## Materiales

Antes de empezar a dibujar los muros primero tenemos que seleccionar los materiales y poner los nombres correspondientes tales y como está en el presupuesto.

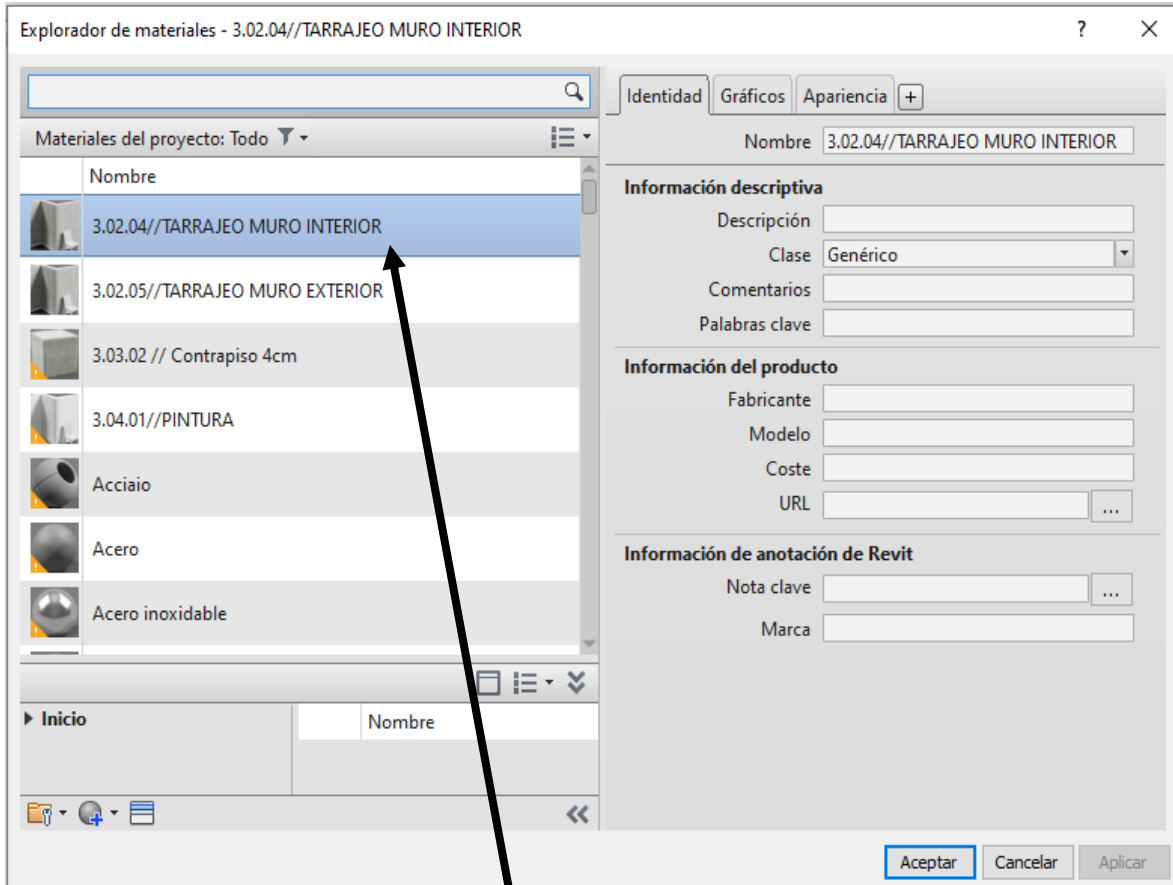


Para este apartado nos vamos a la sección de gestionar y le damos clic a materiales

Para este apartado nos vamos a la sección de gestionar y le damos clic a materiales

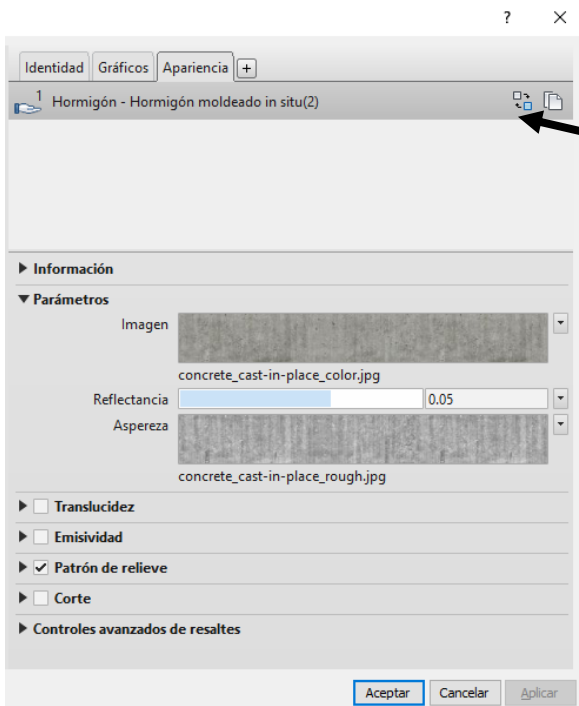
Para este apartado nos vamos a la sección de





Una vez entrado al explorador de materiales duplicamos cualquier material y creamos otro.

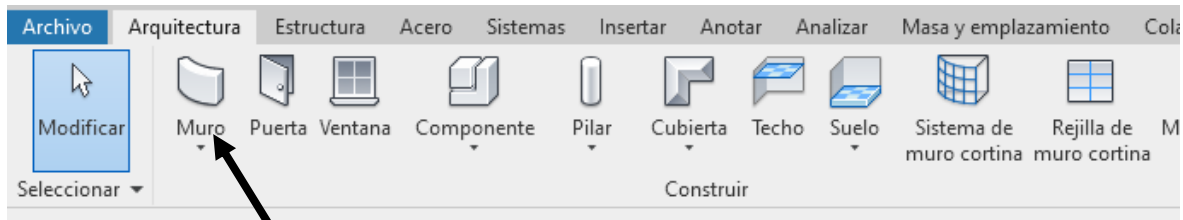
Se recomienda seleccionar el nombre de la partida correspondiente para poder encontrarlo fácilmente al momento de hacer los metrados.



Para cambiar la apariencia del material le damos clic a ese símbolo y en la biblioteca de Revit escogemos el material que corresponde.

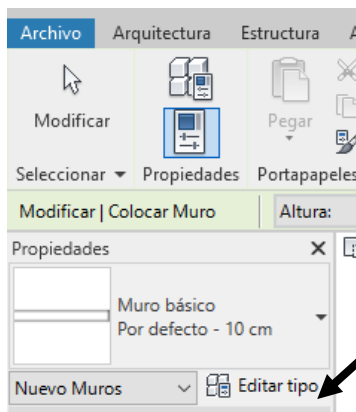
## Muros

Uno de los elementos más importantes en la especialidad de arquitectura son los muros.



Nos vamos al apartado de arquitectura y le damos clic a muro.

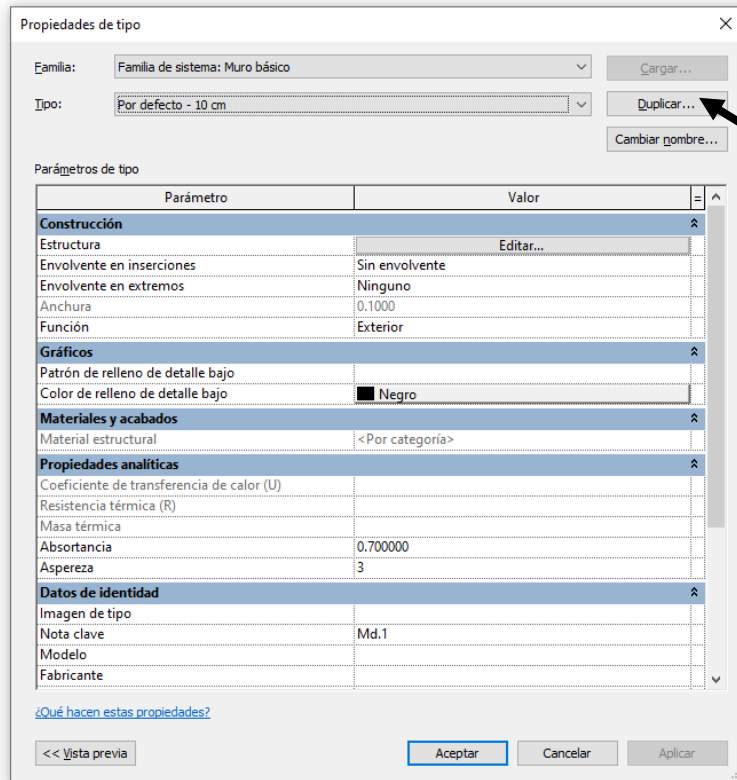
Por defecto existe un muro básico llamado Por defecto – 10cm, pero lo que vamos a hacer es duplicar este muro y cambiarlo a los requerimientos del proyecto con las distintas capas y espesores.



Le damos clic a editar tipo para duplicar el elemento.

Le damos clic a editar tipo para duplicar el elemento.

Le damos clic a editar tipo para

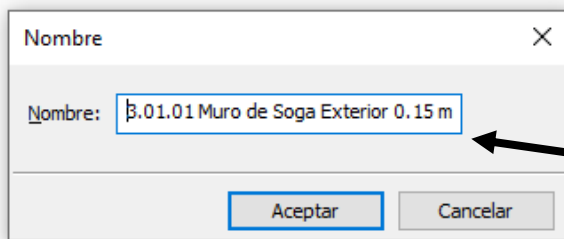


Le damos clic a duplicar.

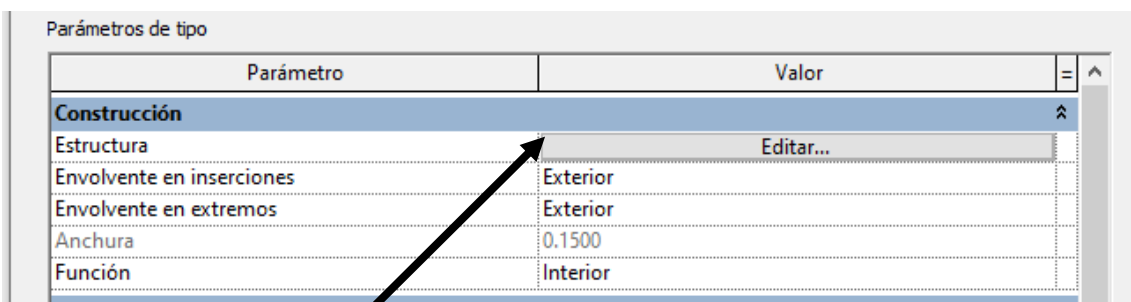
Le damos clic a duplicar.

Le damos clic a duplicar.

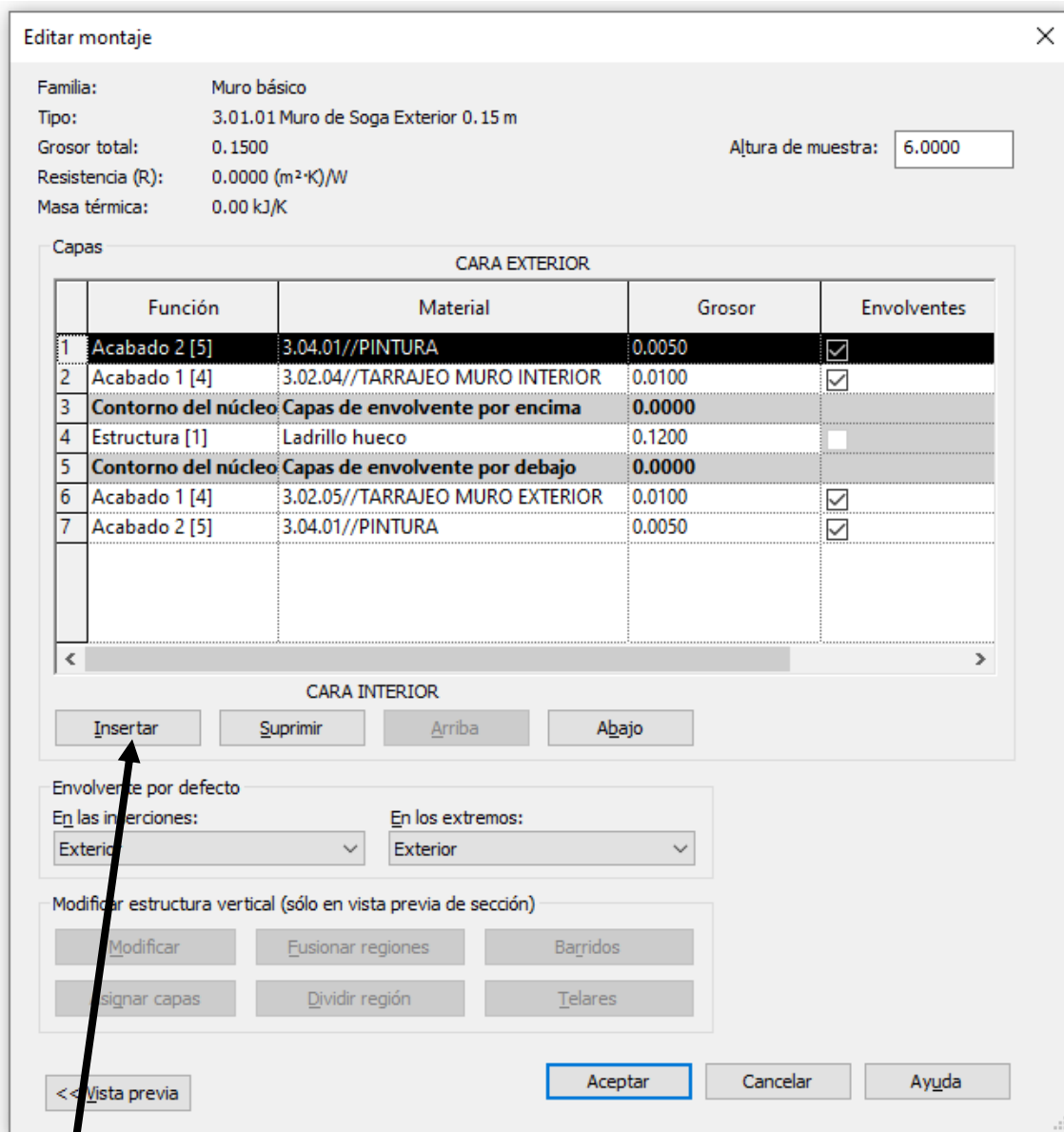
Le damos clic a duplicar.



Cambiamos el nombre de los muros para este caso pusimos el mismo número de partida para que se entienda mejor.



Nos vamos a parámetros de tipo y le damos clic al apartado editar en estructura para cambiar los espesores y añadir capas al muro.

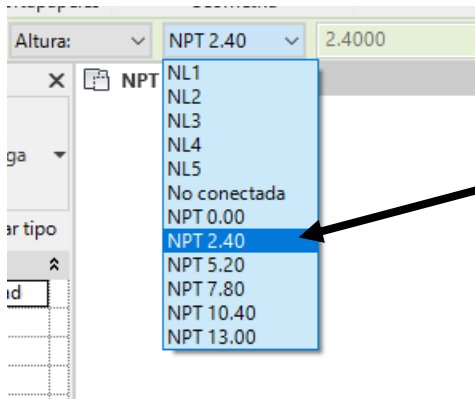


Le damos clic en insertar para añadir capas de pintura, tarrajeo y muro. Esto se hace debido que al momento de querer cuantificar cuantos m2 existen de tarrajeo, pintura o muro. El Revit buscara en su material correspondiente.

Si en todo caso nuestro muro es de 0.15 m debemos poner el grosor correspondiente en cada material para que al final el grosor total mida los 0.15 m.

Parámetro	
<b>Construcción</b>	
Estructura	
Envoltente en inserciones	Exterior
Envoltente en extremos	Exterior
Anchura	0.1500
Función	Interior

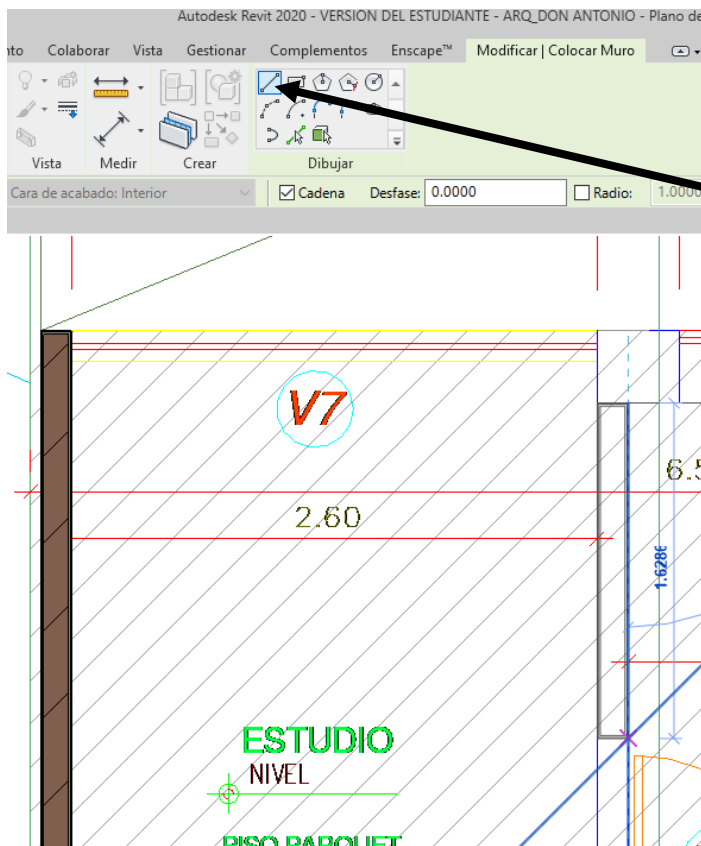
Verificamos que el muro mide 0.15m



En este paso seleccionamos hasta que nivel quiere ir el muro, para este caso colocamos que la altura sea hasta NPT 2.40



En el alzado este podemos ver que el muro tiene una altura hasta 2.40 m.



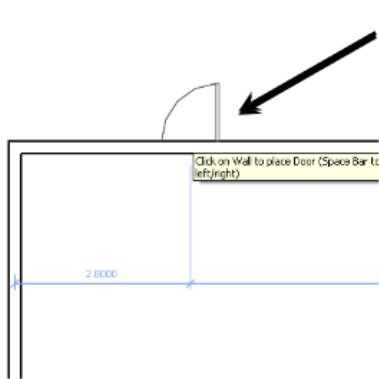
Seleccionamos la herramienta dibujar y empezamos a trazar los muros con los espesores correspondientes mediante el plano en CAD, este procedimiento lo repetimos en los siguientes niveles.

## Puerta

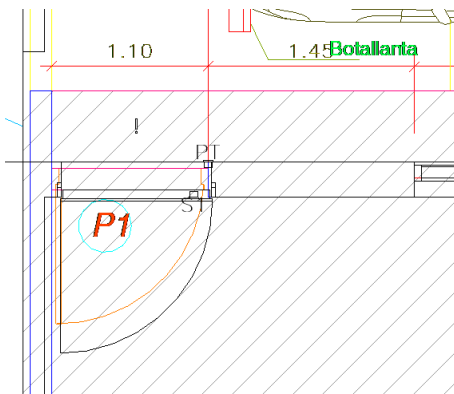


Para crear una puerta le debemos dar clic al apartado puerta

NOTA: Es necesario previamente crear un muro ya que el muro hospedará a la puerta, la cual al ser colocada generará automáticamente su vano correspondiente.



Dar le clic en cualquier parte del muro.



Para colocar las puertas nos guiamos del plano en CAD para ubicarlos en su lugar.

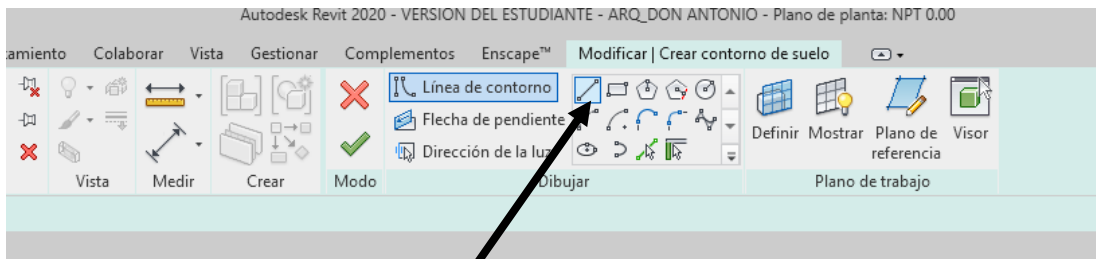
Para colocar las puertas nos guiamos del

**Losa**

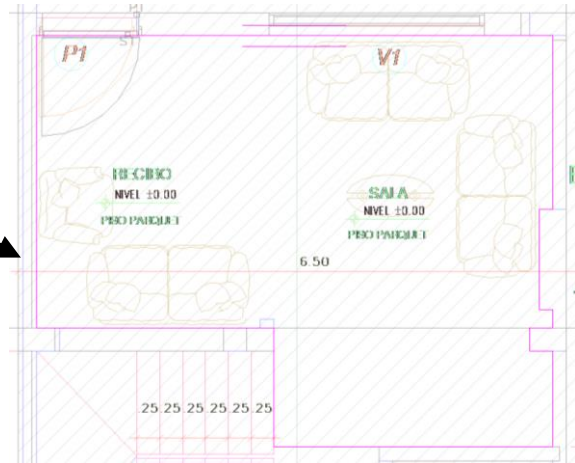


Nota: Dibujar primero un perímetro de muros  
Para crear una losa debemos darle clic al apartado suelo

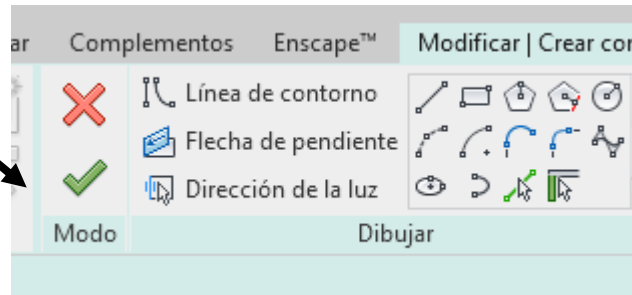
Una vez seleccionado veremos las siguientes opciones en la barra



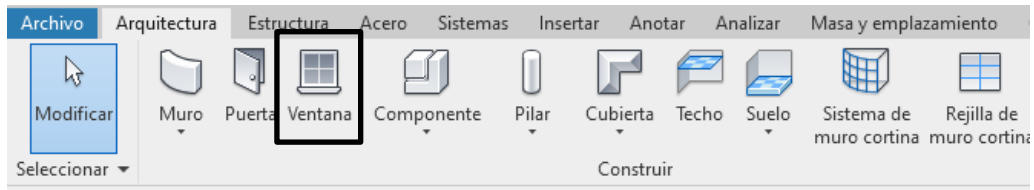
Seleccionamos línea de contorno y empezamos a dibujar los suelos que queremos, respetando el plano en CAD.



Una vez terminado de hacer el contorno de los suelos le damos al check verde para finalizar y estará lista la losa.

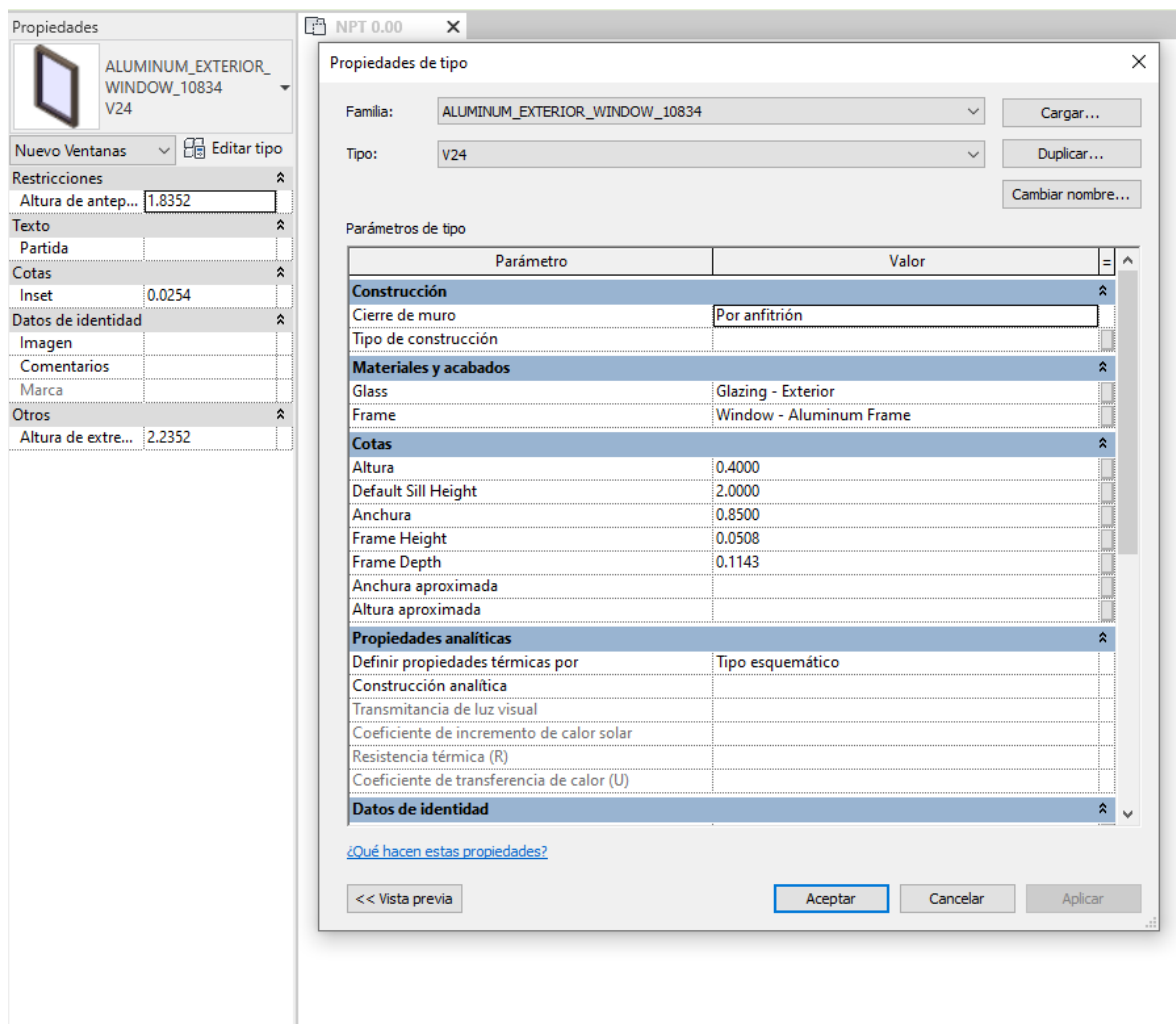


## Ventanas



Para colocar una ventana en el modelo, nos vamos al apartado de arquitectura y le damos clic a ventana.

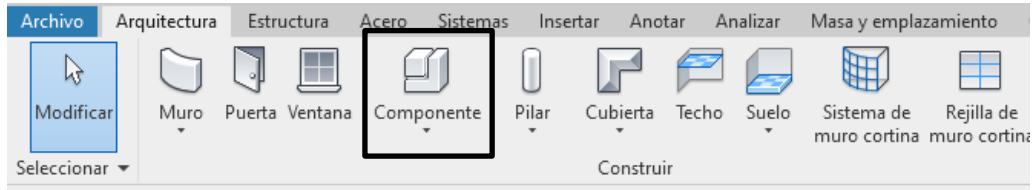
Para este trabajo se empezó a asignar varios nombres de ventana con su respectiva dimensión de vanos que nos dio el plano en CAD.



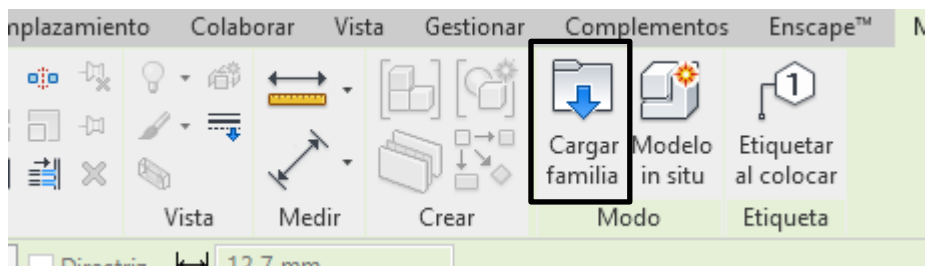


## Componentes

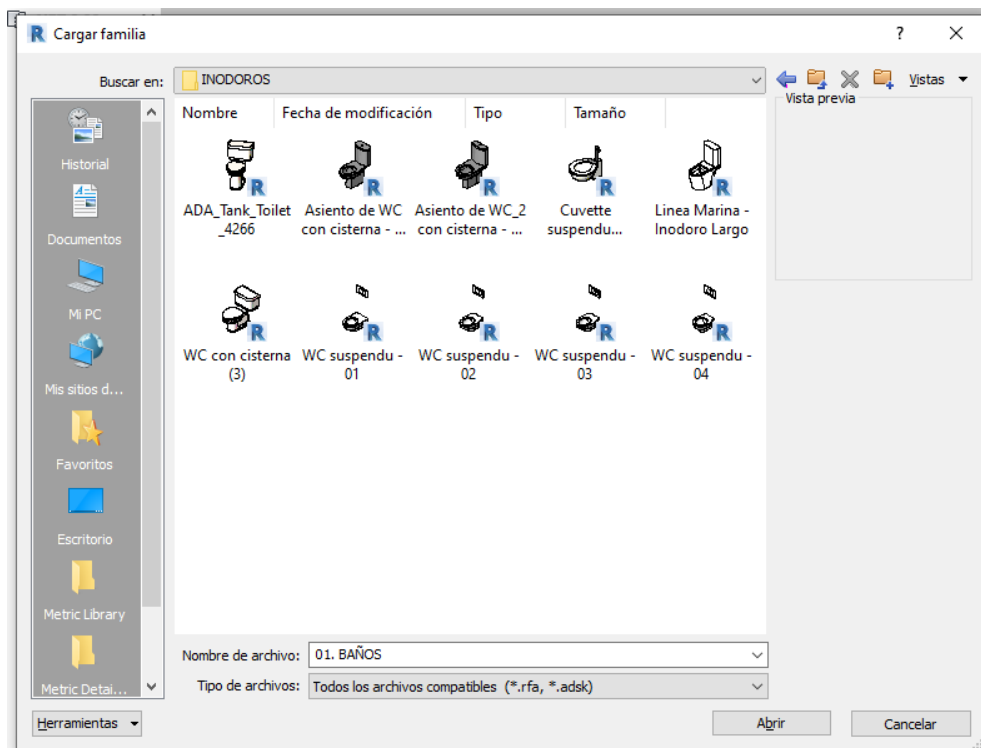
Para empezar a modelar los mobiliarios tales como los aparatos sanitarios entre otros debemos cargarlo en nuestro Revit, para ello debemos tener una biblioteca de archivos.



Para ellos nos vamos al apartado componente.



Para ellos le damos clic a cargar familia.

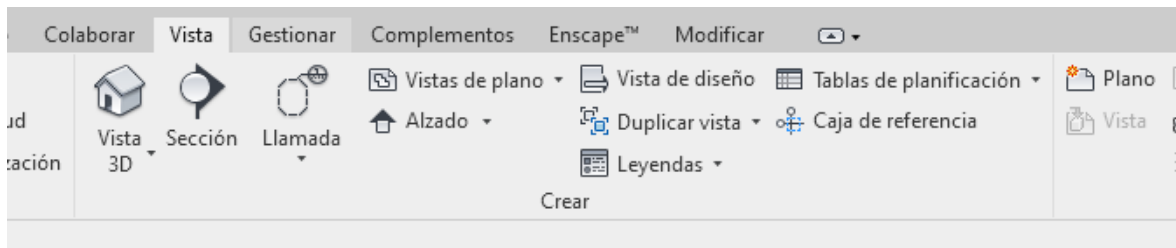


Una vez seleccionado “cargar familia” nos vamos a la carpeta donde tengamos las familias correspondientes que queremos cargar en el modelo y le damos a abrir.

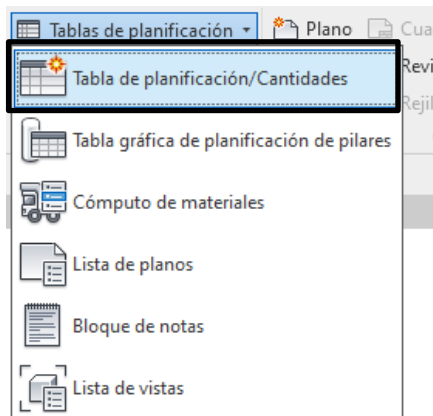
## Metrados de arquitectura

Para hacer el apartado de metrados en arquitectura, debíamos tener puesto bien los nombres de todos los elementos a medir, tales como muros de soga o de cabeza, tarrajeo exterior o interior y contrapiso.

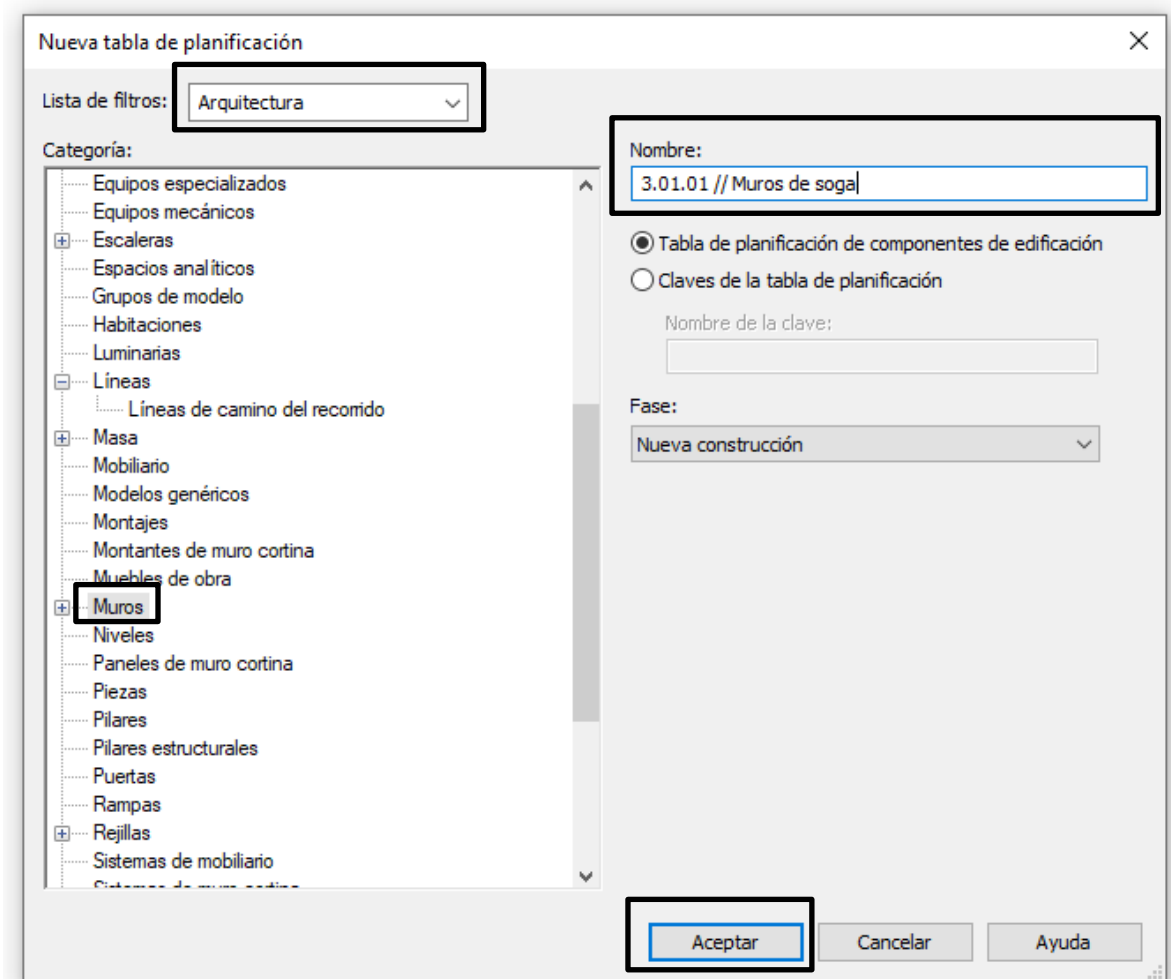
Para ello nos vamos al apartado de vista y seleccionamos tablas de planificación



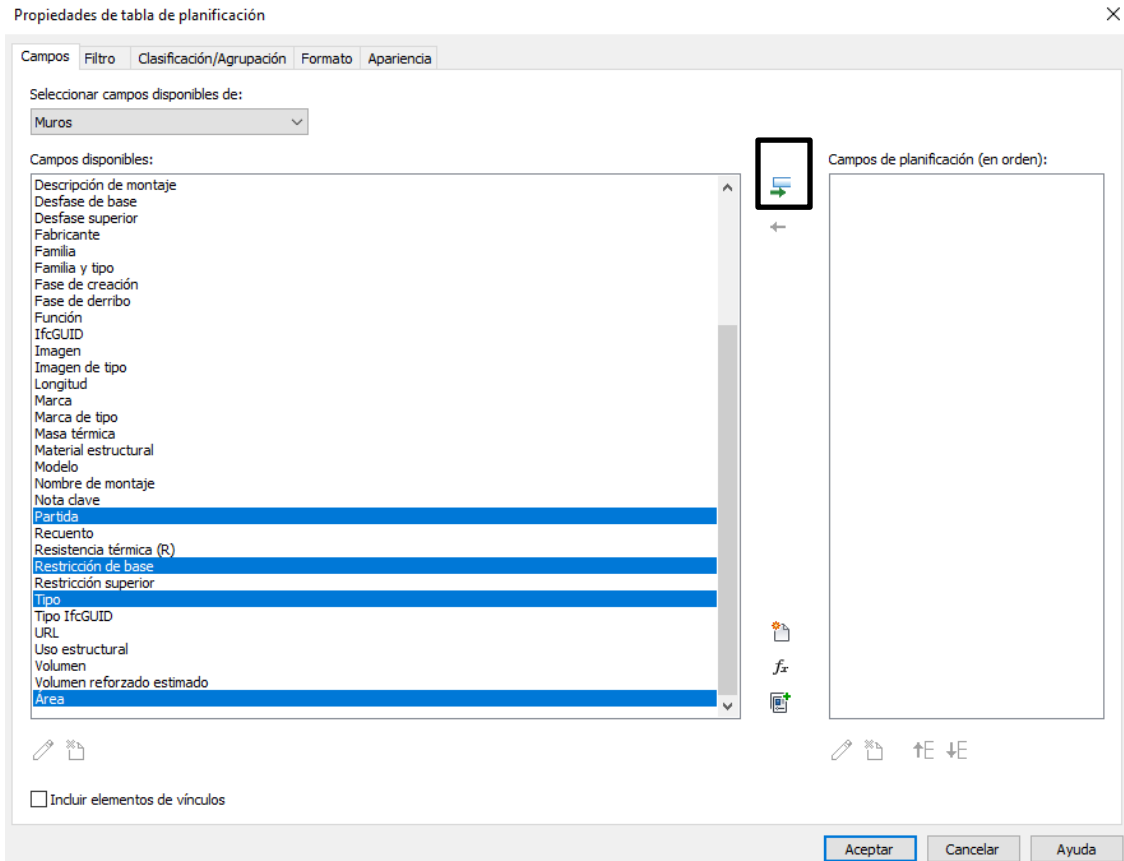
Luego le damos clic a tabla de planificación/cantidades para hallar cuantos m2 hay de ladrillo.



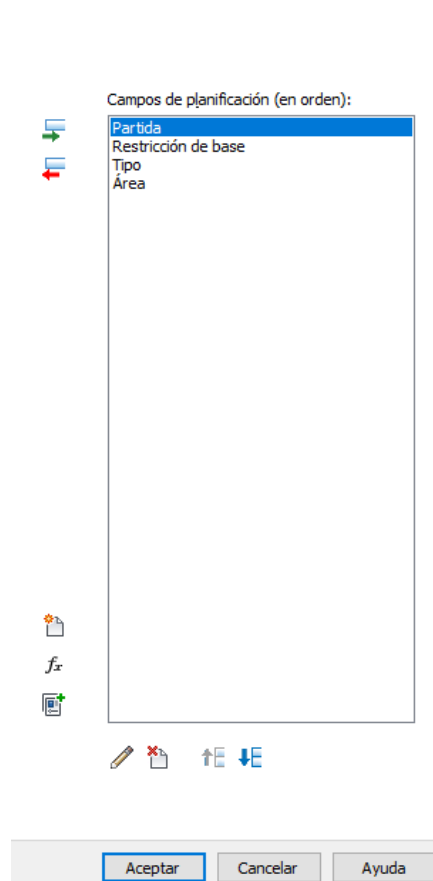
Luego nos vamos al apartado de arquitectura y seleccionamos muros, por con siguiente le colocamos un nombre, en este caso va a ser el mismo nombre y código de la partida de muros de soga. Por último, le damos aceptar para continuar.



Una vez entrado a las propiedades de tabla de planificación nos vamos al apartado de campos para seleccionar a partida, restricción de base, tipo y área, luego le damos a la flecha para moverlos hacia los campos de planificación.



Por último, le damos aceptar.



Una vez entrar a las propiedades de tabla de planificación, nos vamos a filtrar y clasificar la tabla de planificación.

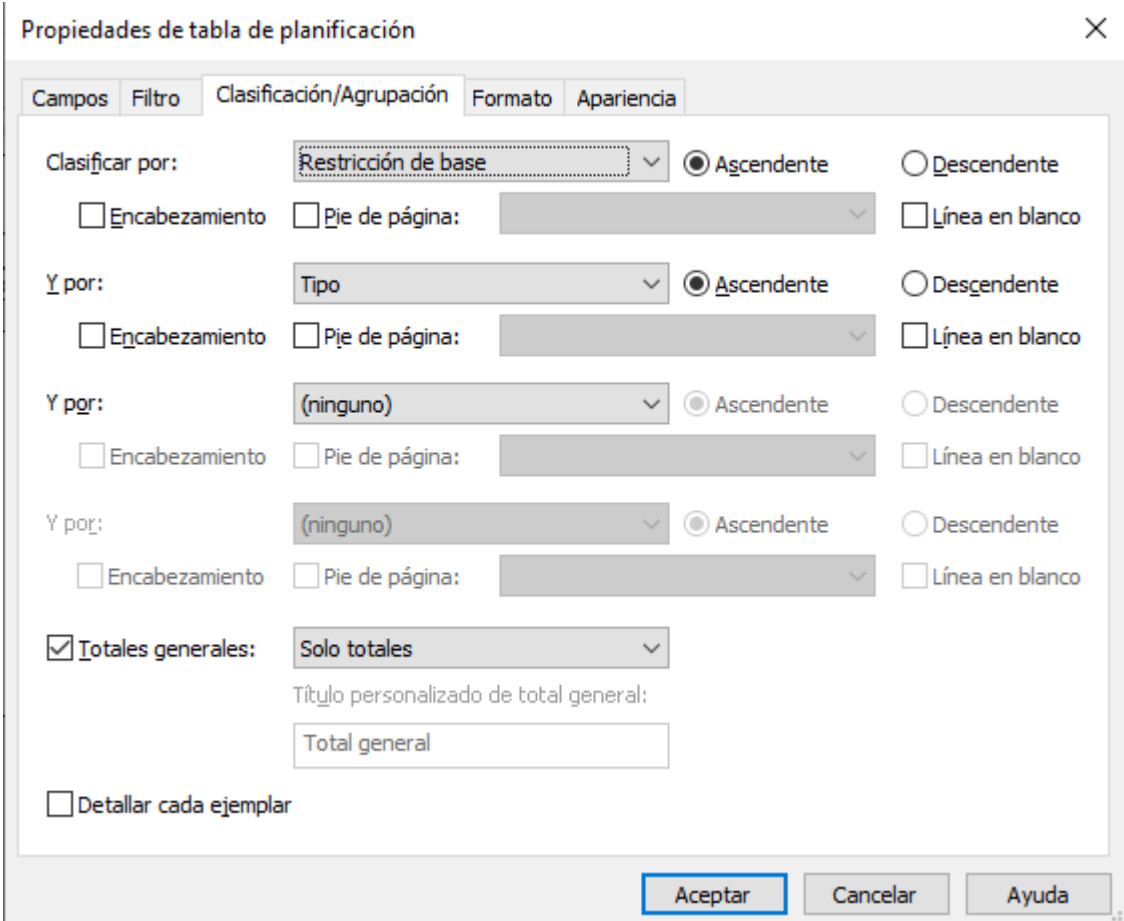
Filtramos la tabla por partida, solamente para ver los muros que tengan el código 3.01.01, por otro lado, lo filtramos por restricción de base a parte de NPT 2.60 para ver los muros que estén encima de ese nivel.

Propiedades de tabla de planificación ✕

Campos **Filtro** Clasificación/Agrupación Formato Apariencia

Filtrar por:	Partida	es igual a	3.01.01
Y:	Restricción de base	está encima de	NPT 2.60
Y:	(ninguno)		
Y:	(ninguno)		
Y:	(ninguno)		
Y:	(ninguno)		
Y:	(ninguno)		
Y:	(ninguno)		

Lo clasificamos por restricción de base luego por tipo.



Propiedades de tabla de planificación

Campos Filtro Clasificación/Agrupación Formato Apariencia

Clasificar por: Restricción de base Ascendente Descendente

Encabezamiento  Pie de página: Línea en blanco

Y por: Tipo Ascendente Descendente

Encabezamiento  Pie de página: Línea en blanco

Y por: (ninguno) Ascendente Descendente

Encabezamiento  Pie de página: Línea en blanco

Y por: (ninguno) Ascendente Descendente

Encabezamiento  Pie de página: Línea en blanco

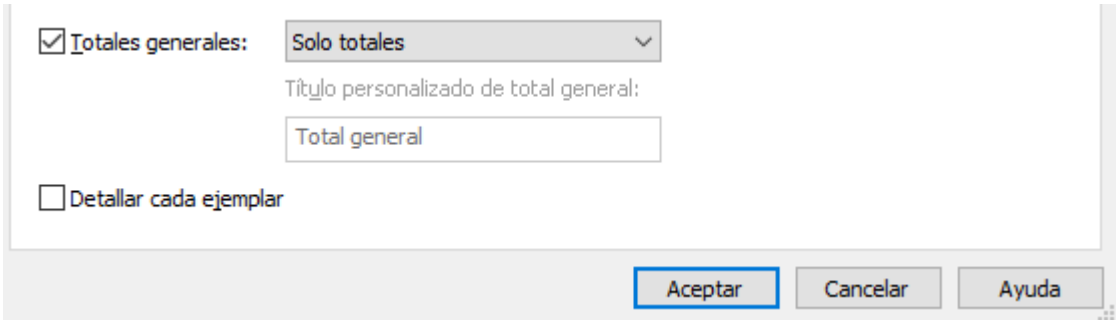
Totales generales: Solo totales

Título personalizado de total general:  
Total general

Detallar cada ejemplar

Aceptar Cancelar Ayuda

Además, seleccionamos totales generales y solo totales para poder ver el número total de las cantidades y quitamos detallar cada ejemplar para ver solamente los tipos generales y no todos.



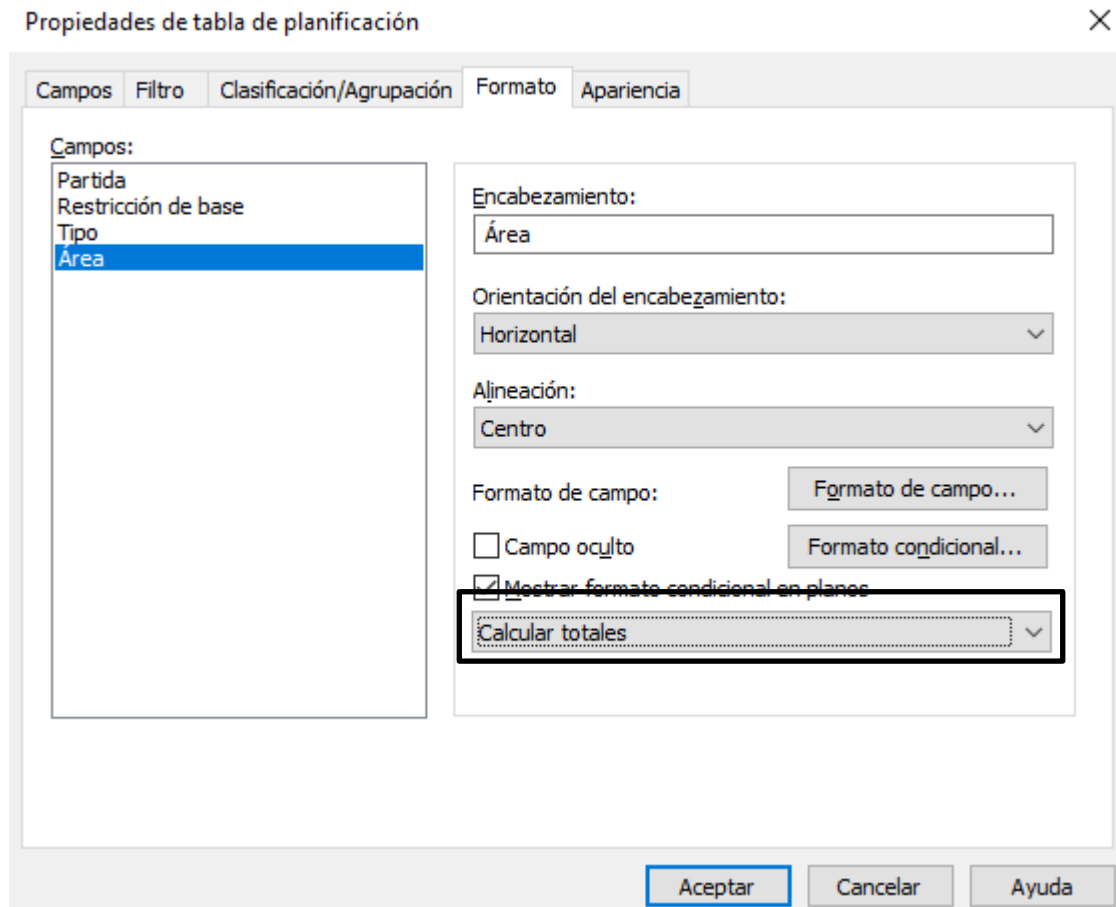
Totales generales: Solo totales

Título personalizado de total general:  
Total general

Detallar cada ejemplar

Aceptar Cancelar Ayuda

Por último, nos vamos a apariencia, en el apartado de área seleccionamos cálculos totales.



Por último, la tabla de planificación de muro de sogas quedaría de esta manera.

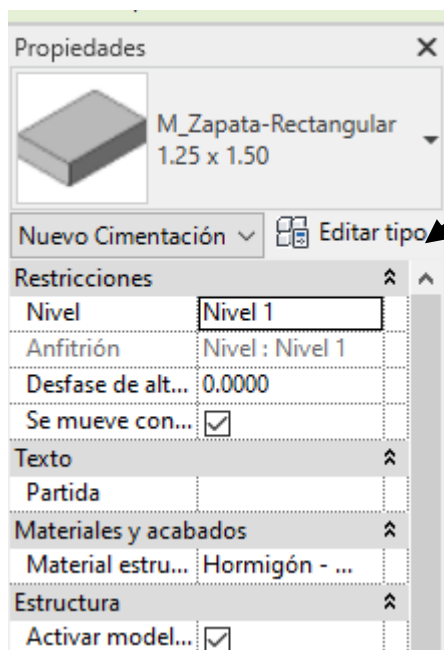
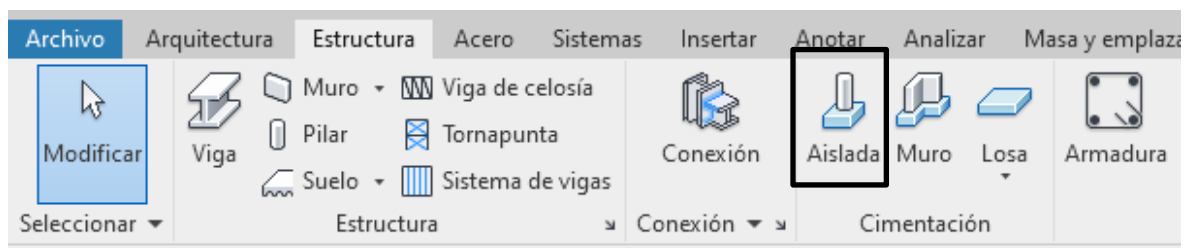
<3.01.01 // Muro de sogas>			
A	B	C	D
Partida	Restricción de base	Tipo	Área
3.01.01	NPT 5.20	3.01.01 Muro de Soga Exterior 0.15 m	38.49 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 5.20	3.01.01 Muro de Soga Interior 0.15 m	21.78 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 5.20	3.01.01 Muro de Soga Interior doble 0.15 m	74.66 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 7.80	3.01.01 Muro de Soga Exterior 0.15 m	38.49 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 7.80	3.01.01 Muro de Soga Interior 0.15 m	21.78 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 7.80	3.01.01 Muro de Soga Interior doble 0.15 m	74.66 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 10.40	3.01.01 Muro de Soga Exterior 0.15 m	38.49 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 10.40	3.01.01 Muro de Soga Interior 0.15 m	21.78 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 10.40	3.01.01 Muro de Soga Interior doble 0.15 m	74.66 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 13.00	3.01.01 Muro de Soga Exterior 0.15 m	24.08 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 13.00	3.01.01 Muro de Soga Interior 0.15 m	44.88 m <sup>2</sup>
3.01.01	NPT 13.00	3.01.01 Muro de Soga Interior doble 0.15 m	11.69 m <sup>2</sup>
			485.44 m <sup>2</sup>

Hacemos este procedimiento para toda la tabla de planificación que queremos hacer, tales como muros de cabeza, tarrajeo de muro, contrapiso, etc.

## ANEXO N.º 5 Manual de Revit estructuras

Para empezar a modelar estructuras comenzamos a poner los ejes respectivos con las alturas correspondientes de nivel a nivel. Luego insertamos los planos CAD de estructuras para guiarnos la ubicación de las zapatas, columnas, placas, vigas y escaleras.

Para colocar las zapatas correspondientes nos vamos al apartado de estructuras y luego le damos clic a cimentación aislada



Le damos a editar tipo para crear nuevas zapatas.



Propiedades de tipo

Familia: M\_Zapata-Rectangular Cargar...

Tipo: 1.25 x 1.50 Duplicar... Cambiar nombre...

Le damos clic a duplicar.

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor
<b>Cotas</b>	
Anchura	1.2500
Longitud	1.5000
Grosor de cimentación	0.6000
<b>Datos de identidad</b>	
Código de montaje	
Imagen de tipo	
Nota clave	
Modelo	
Fabricante	
Comentarios de tipo	
URL	
Descripción	
Costo	
Descripción de montaje	
Marca de tipo	
Número OmniClass	
Título OmniClass	
Nombre de código	

[¿Qué hacen estas propiedades?](#)

<< Vista previa Aceptar Cancelar Aplicar

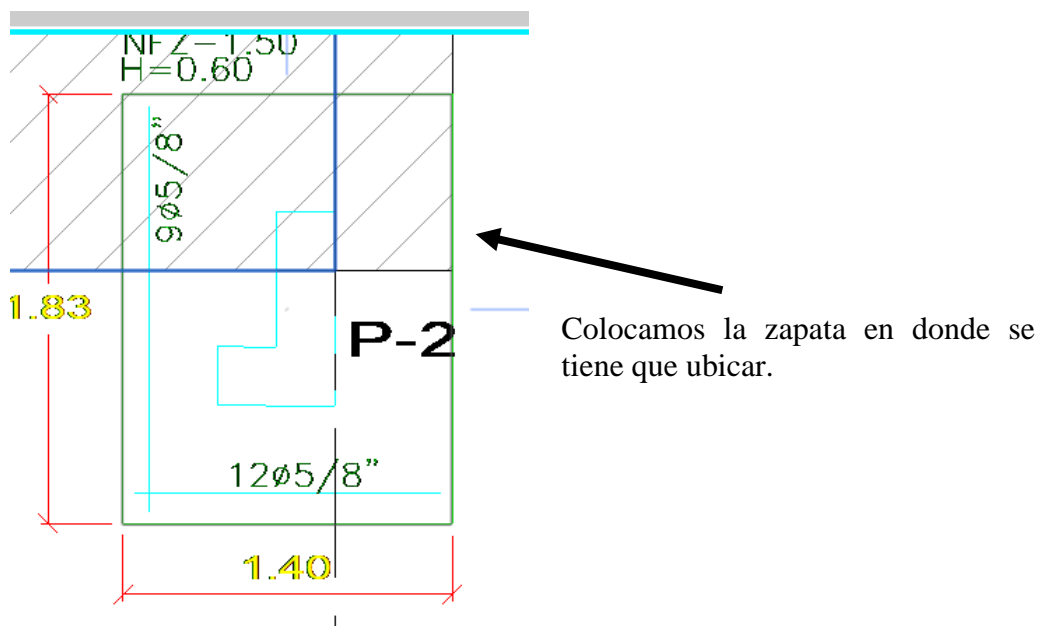
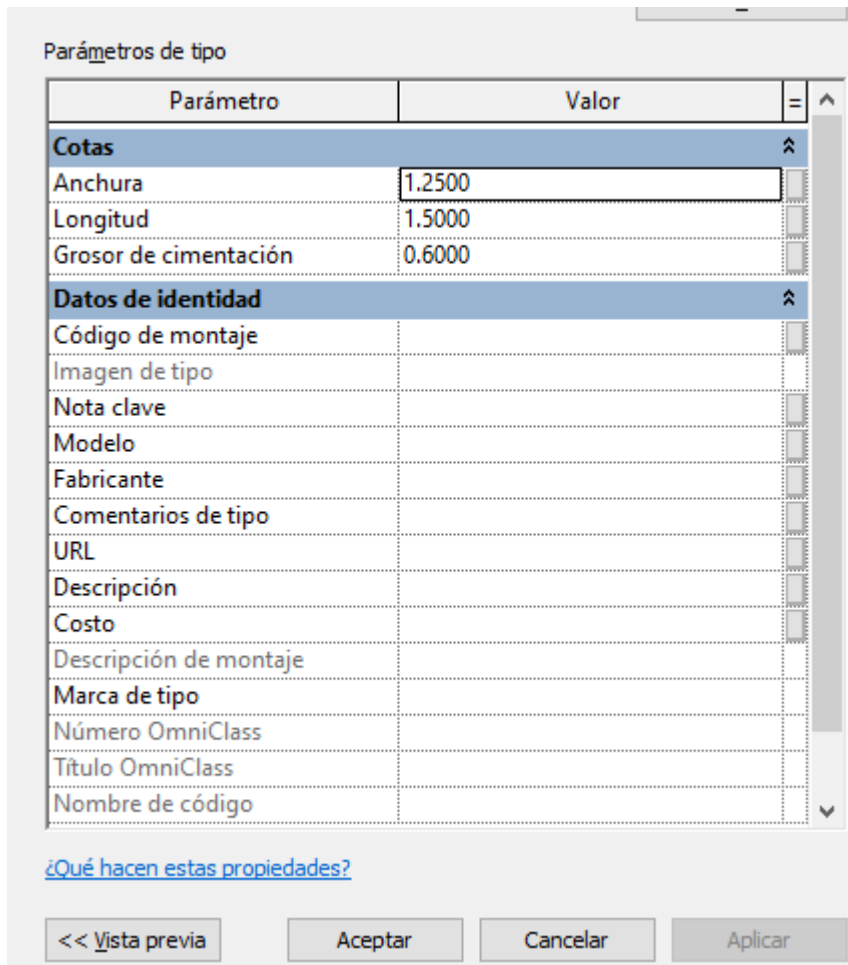
Nombre

Nombre: 1.25 x 1.20

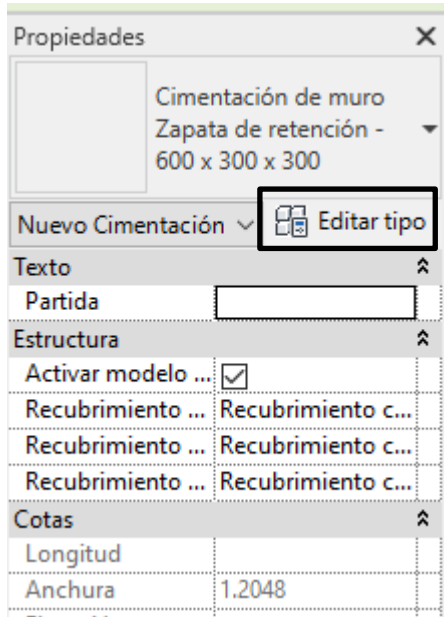
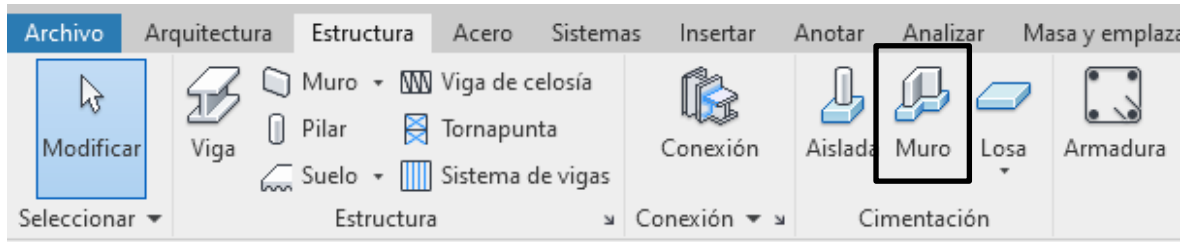
Aceptar Cancelar

Le cambiamos el nombre y le damos a aceptar.

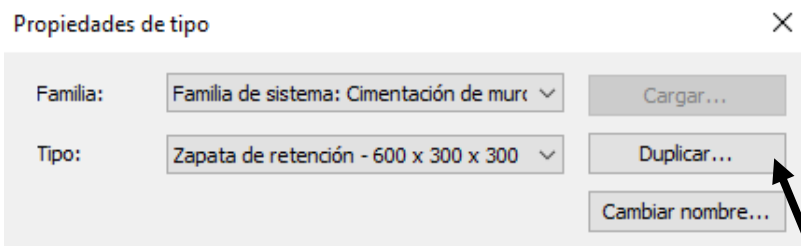
Seleccionamos la anchura, longitud y grosos de cimentación (altura) de las zapatas correspondiente.



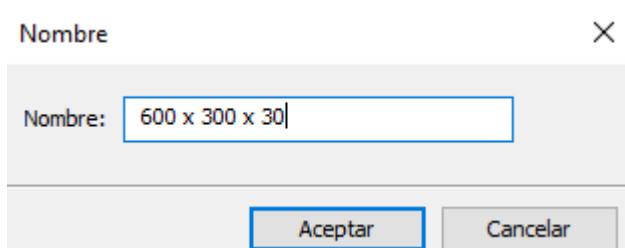
Ahora colocamos los muros de cimentación, por ello le damos clic a muro



Le damos clic a editar tipo.



Le damos clic a duplicar.



Cambiamos de nombre y le damos aceptar.

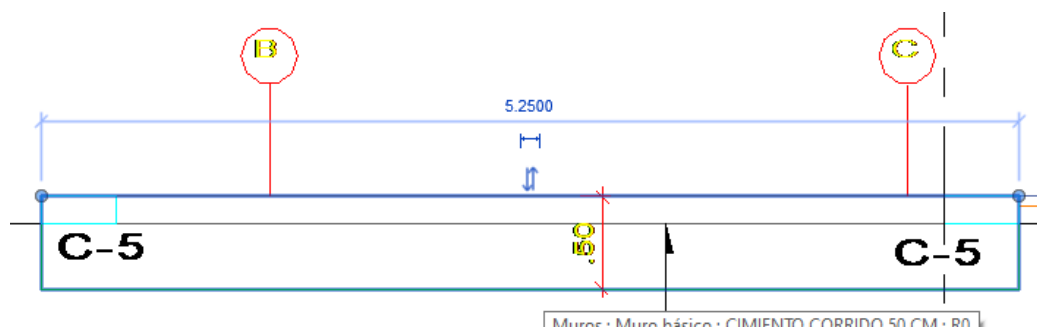
Una vez entrado a los parámetros de tipo, configuramos la longitud del borde, del lado interno y del grosor correspondiente a los planos.

Parámetros de tipo

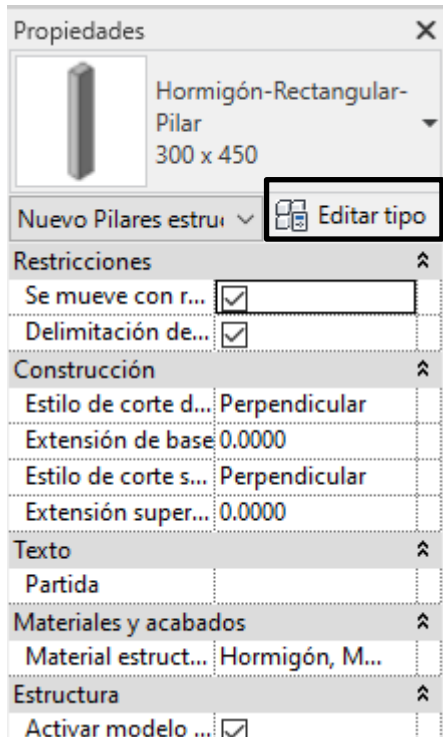
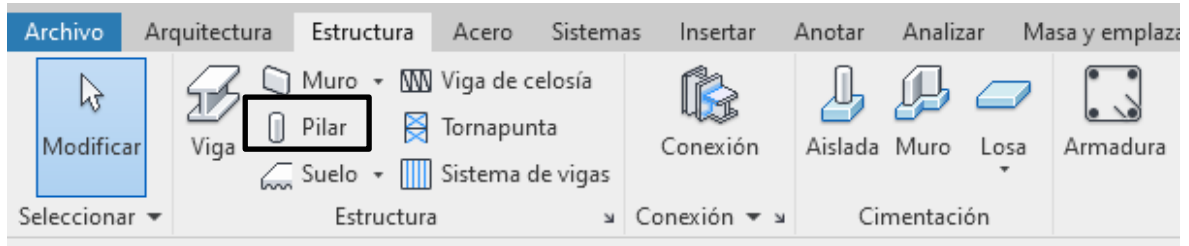
Parámetro	Valor	=	^
<b>Materiales y acabados</b> ^			
Material estructural	<Por categoría>		
<b>Estructura</b> ^			
Uso estructural	Retención		
<b>Cotas</b> ^			
Longitud del borde	0.3000		
Longitud del lado interno	0.6000		
Grosor de cimentación	0.3000		
Longitud de extensión de extre	0.0000		
No dividir en inserciones	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Datos de identidad</b> ^			
Imagen de tipo			
Nota clave			
Modelo			
Fabricante			
Comentarios de tipo			
URL			
Descripción			
Descripción de montaie			

[¿Qué hacen estas propiedades?](#)

Por último, colocamos los cimientos corridos donde corresponden.



Ahora colocamos las columnas



Le damos clic a editar tipo.

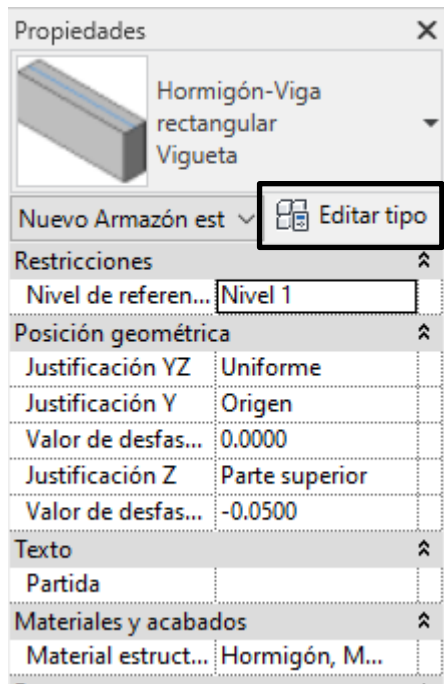
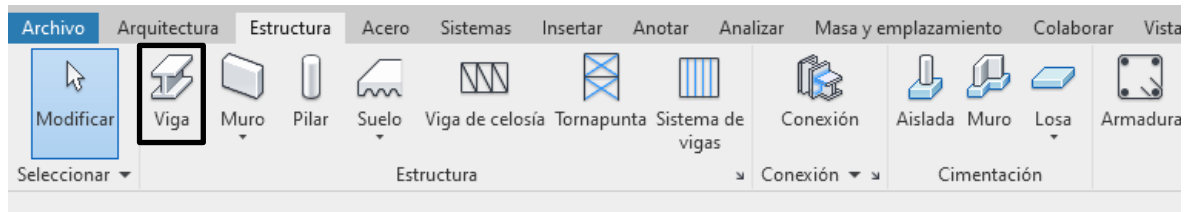
Una vez duplicado le cambiamos de nombre y les ponemos las nuevas cotas correspondiente

Parámetros de tipo

Parámetro	Valor	=
<b>Estructura</b> ^		
Forma de sección	Sin definir	
<b>Cotas</b> ^		
b	0.3000	
h	0.4500	
<b>Datos de identidad</b> ^		
Clave de nombre de sección		
Imagen de tipo		

Por último, colocamos las columnas en sus respectivos lugares según el plano de estructuras.

En este apartado colocamos las vigas



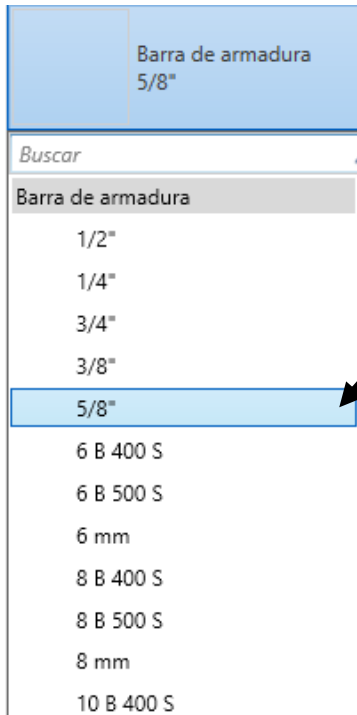
Le damos clic a editar tipo.

Una vez duplicado le cambiamos de nombre y les ponemos las nuevas cotas correspondiente

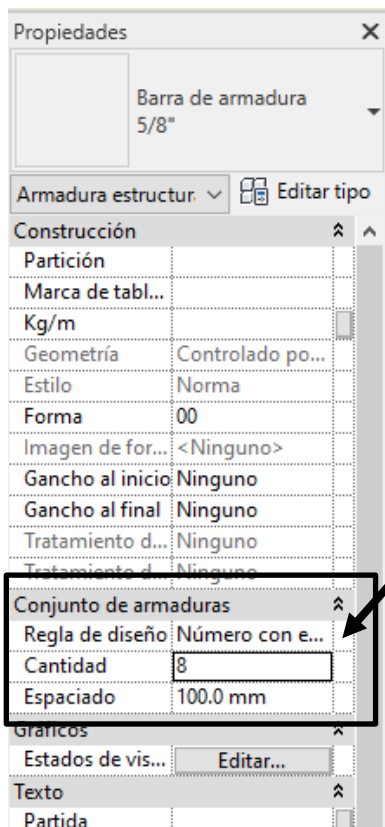
Parámetros de tipo	
Parámetro	Valor
<b>Estructura</b>	
Forma de sección	Sin definir
<b>Cotas</b>	
b	0.3000
h	0.4500
<b>Datos de identidad</b>	
Clave de nombre de sección	
Imagen de tipo	

Por último, colocamos las columnas en sus respectivos lugares según el plano de estructuras.

Una vez colocado las cimentaciones, columnas, placas y vigas, empezamos a colocar los aceros correspondientes, por ello subimos las familias de acero.

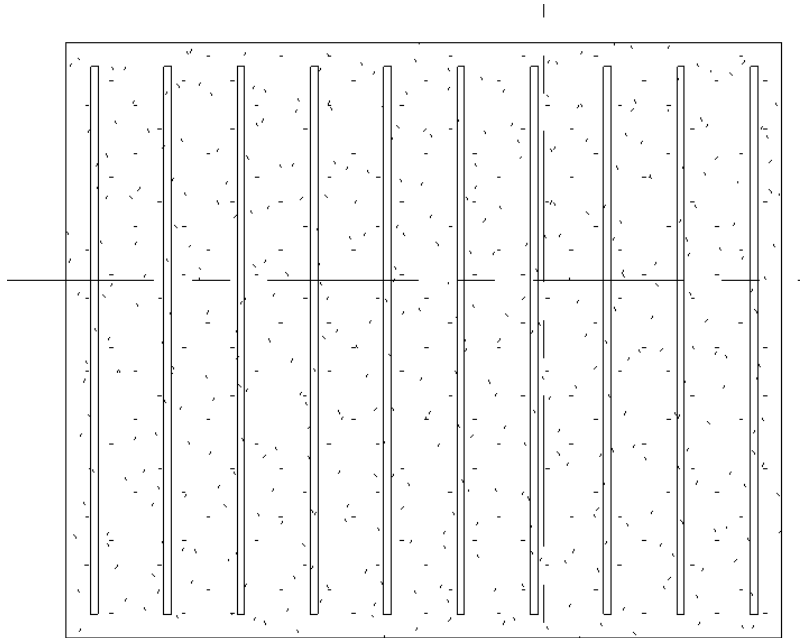


Elegimos el tipo de armadura según el elemento estructural.



Nos vamos a conjunto de armadura y elegimos la cantidad de acero y el espaciado correspondiente

Una vez colocado las armaduras, seleccionamos las demás zapatas y hacemos el mismo procedimiento.



Lo mismo hacemos con los demás elementos tales como vigas columnas, placas entre otros.

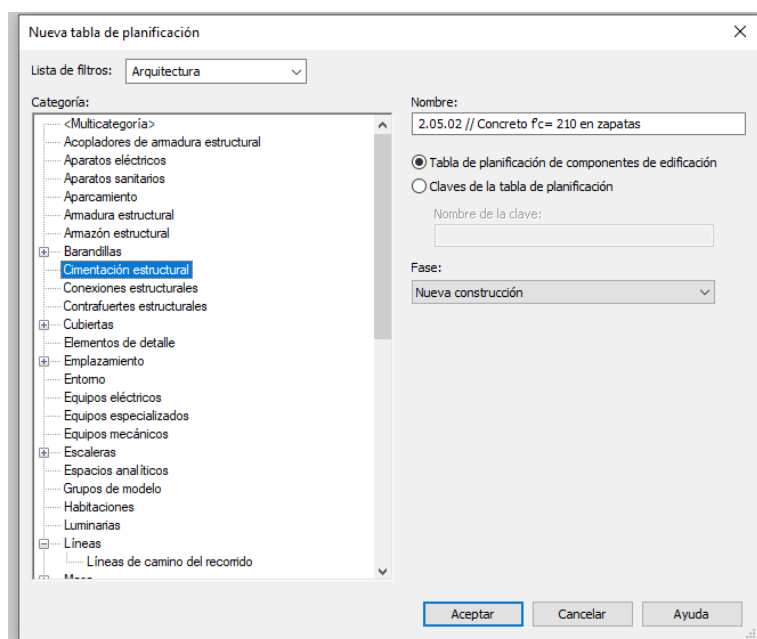
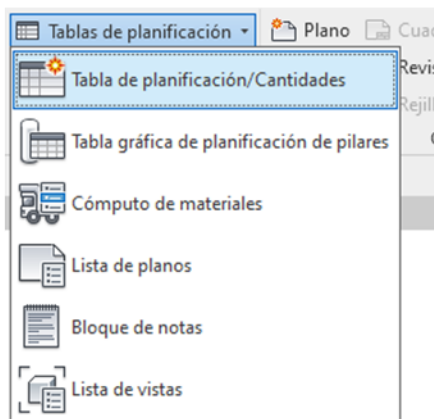
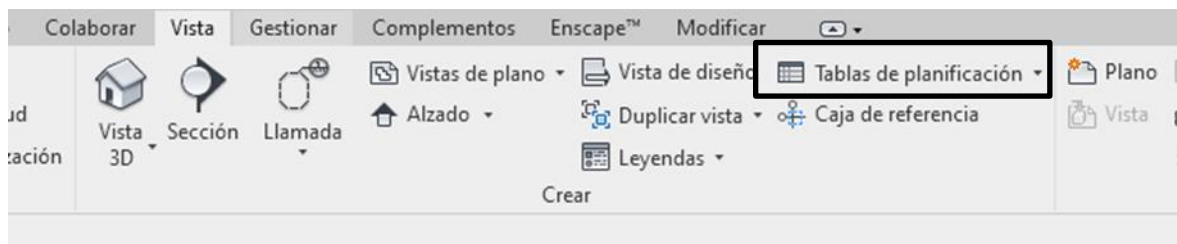
Solo tenemos que elegir el acero correspondiente.



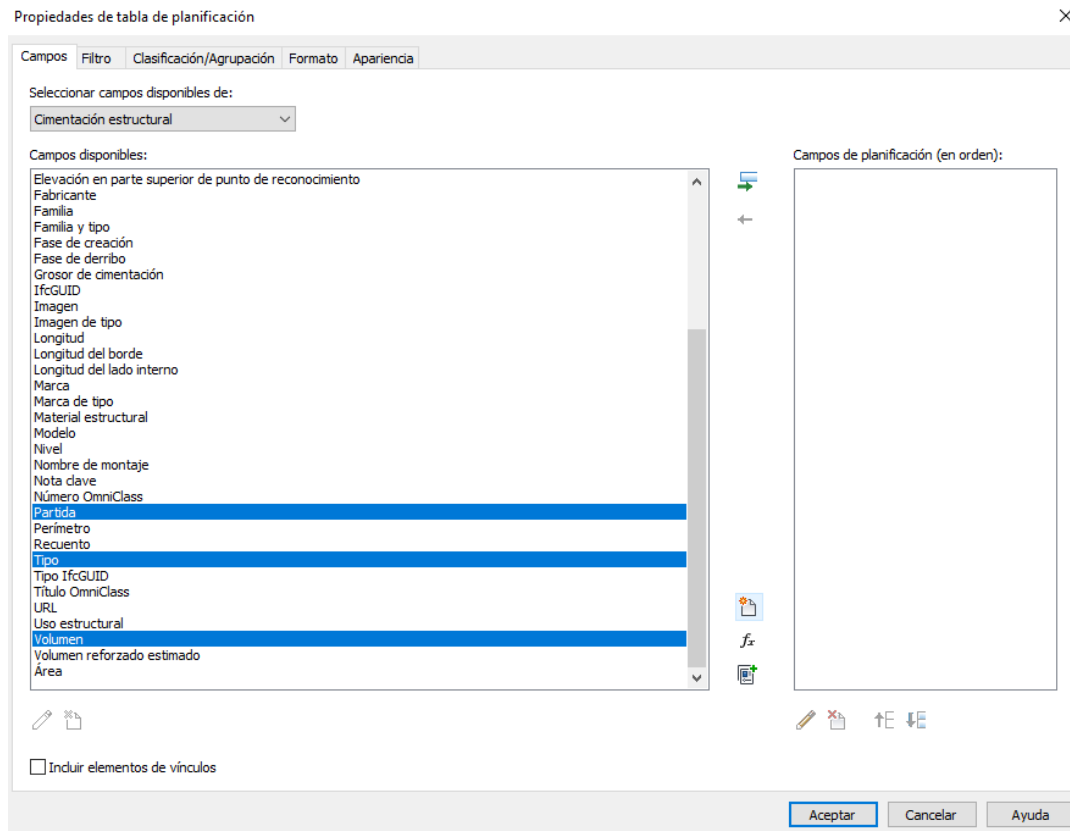
## Metrados de estructuras

Para hacer el metrados de estructuras, debemos tener todos los elementos con sus respectivos nombres para que se puedan identificar fácilmente, además de tener el código de la partida para mayor entendimiento.

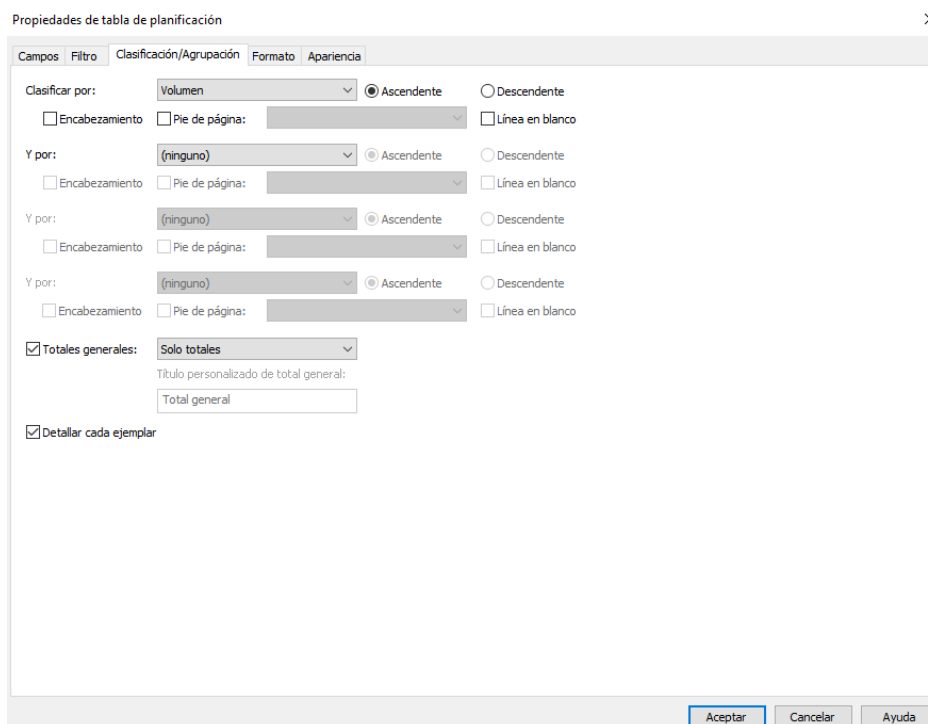
Le damos clic a tabla de planificación y luego a tabla de planificación / cantidades



En los campos disponibles de cimentación estructural seleccionamos partida, tipo y volumen



En clasificación / agrupación lo clasificamos por volumen, además en totales generales le damos a solo totales y detallar cada ejemplar.



En formatos, seleccionamos volumen y le damos a calcular totales.

Propiedades de tabla de planificación

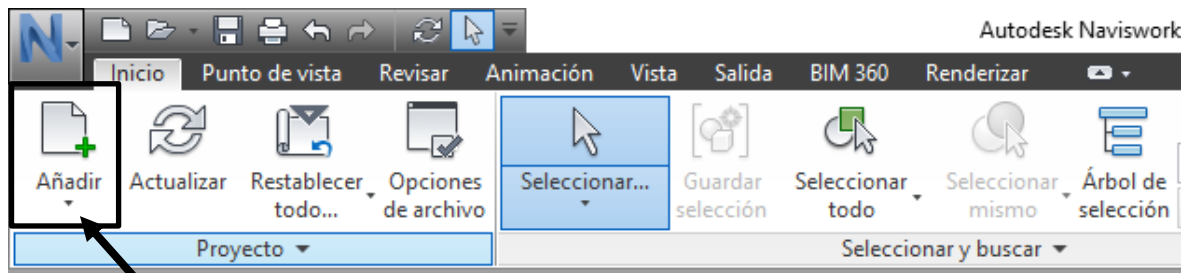
Al final haciendo todas esas configuraciones nuestra tabla de metrados quedaría de esta manera.

<2.05.02 // Concreto f'c= 210 en zapatas>		
A	B	C
Partida	Tipo	Volumen
2.05.02	1.25 x 1.50	1.13 m <sup>2</sup>
2.05.02	1.25 x 1.50	1.13 m <sup>2</sup>
2.05.02	1.00 x 1.90	1.14 m <sup>2</sup>
2.05.02	1.20 x 2.00	1.44 m <sup>2</sup>
2.05.02	1.20 x 2.00	1.44 m <sup>2</sup>
2.05.02	1.40 x 1.83	1.54 m <sup>2</sup>
2.05.02	1.00 x 4.40	2.64 m <sup>2</sup>
		10.45 m <sup>2</sup>

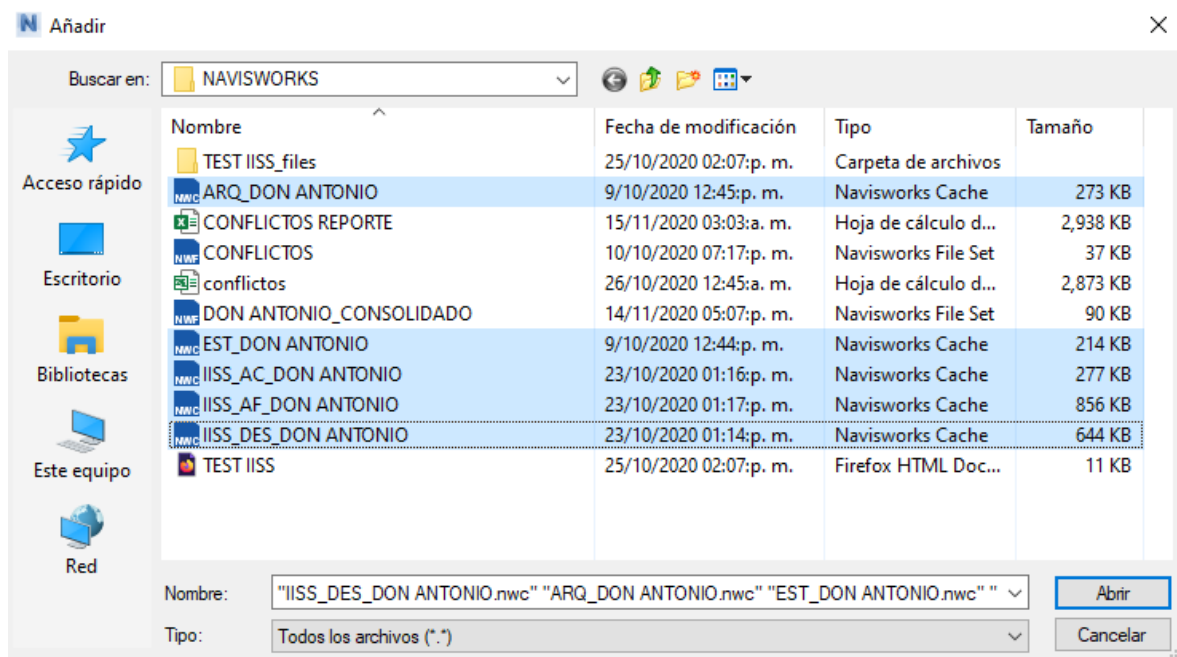
Hacemos la misma configuración para hallar los metrados de concreto de otros elementos.

## ANEXO N.º 6 Manual de Navisworks

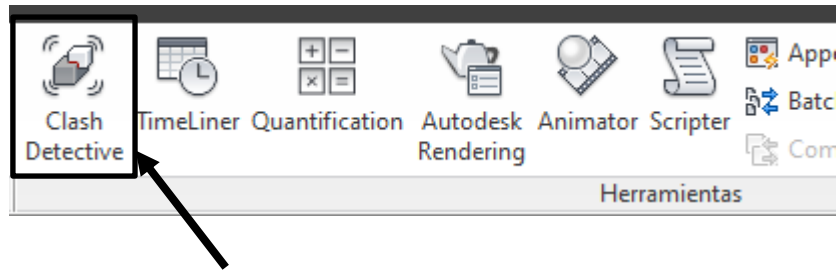
Para hallar las interferencias que pueden ocurrir en un proyecto tenemos que modelar todas las especialidades en el programa Revit en modelos distintos para así unirlos en un solo modelo consolidado en el programa Navisworks.



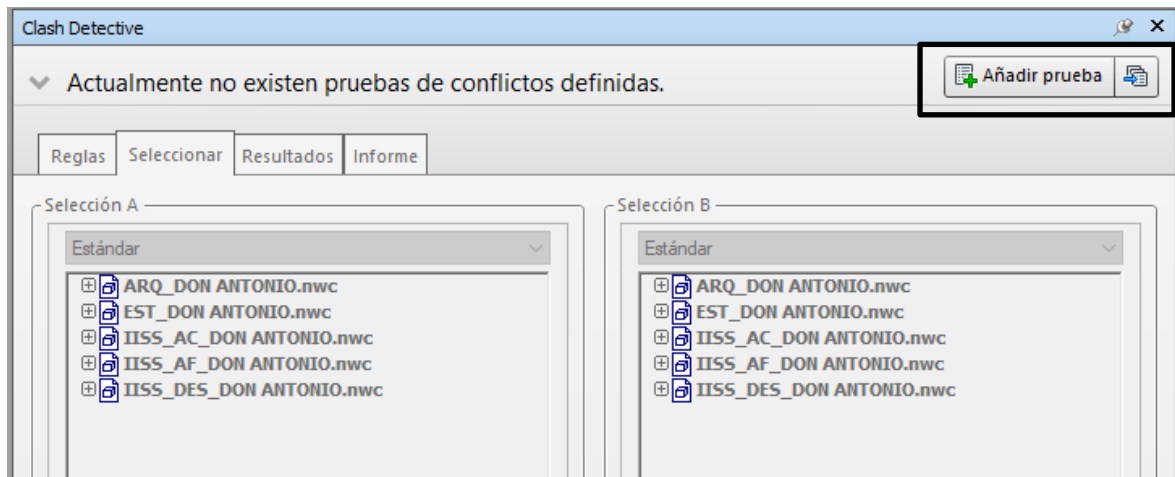
Le damos clic al apartado añadir para insertar los modelos en el programa Navisworks



Seleccionamos los archivos NWC ya convertidos desde Revit y le damos abrir.



Le damos clic al apartado Clash Detective para empezar a detectar las interferencias entre especialidades.



Luego le damos en añadir prueba para seleccionar las especialidades que queremos confrontar.

Clash Detective

Test 1 Última ejecución: <Ninguno>

Conflictos: Total: 0 (abiertos: 0 cerrados: 0)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aproba...	Resuelto
Test 1	Nuevo	0	0	0	0	0	0

Reglas | **Seleccionar** | Resultados | Informe

Selección A

Estándar

- ARQ\_DON ANTONIO.nwc
- EST\_DON ANTONIO.nwc
- IISS\_AC\_DON ANTONIO.nwc
- IISS\_AF\_DON ANTONIO.nwc
- IISS\_DES\_DON ANTONIO.nwc

Selección B

Estándar

- ARQ\_DON ANTONIO.nwc
- EST\_DON ANTONIO.nwc
- IISS\_AC\_DON ANTONIO.nwc
- IISS\_AF\_DON ANTONIO.nwc
- IISS\_DES\_DON ANTONIO.nwc

Configuración

Tipo:  Tolerancia:

Vínculo:  Paso (s):

Objeto compuesto en conflicto

Seleccionamos que especialidades queremos tener en nuestro informe, en este caso vamos a comparar estructuras vs instalaciones sanitarias.

Una vez seleccionados las especialidades le damos a ejecutar prueba.

Conflictos: Total: 828 (abiertos: 828 cerrados: 0)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aproba...	Resuelto
Test 1	Terminado	828	828	0	0	0	0

Nombre	Estado	Nivel	Intersección de r...	Encontrado	Aprobado...	Aprol
● Conflicto1	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto2	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto3	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto4	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto5	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto6	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto7	Nuevo	NPT 5.20	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto8	Nuevo	NPT 7.80	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto9	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto10	Nuevo	NL3	B-2(-2)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto11	Nuevo	NL1	B-2(-2)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto12	Nuevo	NPT 5.20	B-2(-2)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto13	Nuevo	NL3	B-2(-2)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto14	Nuevo	NL2	B-2(-2)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto15	Nuevo	NPT 7.80 (2)	B-2(-2)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto16	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto17	Nuevo	NL3	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto18	Nuevo	NL4	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto19	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto20	Nuevo	NPT 5.20 (2)	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		
● Conflicto21	Nuevo	NPT 7.80 (2)	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		

Configuración de visualización

Como podemos ver, el Clash detective nos arrojó un total de 828 conflictos en el cual tenemos que revisar uno por uno para ver que interferencias si afectarían al proyecto a la hora de construir.

Nombre	Estado	Nivel	Intersección de r...	Encontrado	Aprobado...	Aprol
Conflicto1	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
Conflicto2	Nuevo			15:47:09 06-12-2020		
Conflicto3	Activo			15:47:09 06-12-2020		
Conflicto4	Revisado			15:47:09 06-12-2020		
Conflicto5	Aprobado			15:47:09 06-12-2020		
Conflicto6	Resuelto			15:47:09 06-12-2020		
Conflicto7	Nuevo	NPT 5.20	B-6(4)	15:47:09 06-12-2020		

La herramienta Clash detecte nos permite calificar los estados de todos los conflictos.

Nuevo: Conflicto reciente sin revisar.

Activo: Conflicto activo revisado.

Revisado: Conflicto activo y revisado por la persona encargada, en espera a que otra persona encargada lo revise para darle el visto bueno si es interferencia o no.

Aprobado: Interferencia detectada y aprobada que no afectaría al proyecto.

Resuelto: Interferencia revisada y resuelto el problema, por lo que ahora está interferencia ya no existe.

Nombre	Estado	Nivel	Intersección de r...	Encontrado	Aprobado...	Aprol
Conflicto105	Activo			13:44:34 23-10-2020		
Conflicto99	Activo	NPT 2.60	D(2)-3	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto83	Activo	NPT 5.20 (2)	D-2(-1)	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto48	Activo	NL3	D-6	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto46	Activo	NL3	D(1)-6	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto44	Activo			13:44:34 23-10-2020		
Conflicto42	Activo	NPT 5.20 (2)	D-2	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto28	Activo	NPT 5.20	B-2	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto22	Activo			13:44:34 23-10-2020		
Conflicto11	Activo	NL1	B-2(-2)	13:44:34 23-10-2020		
Conflicto55	Aprobado	NPT 2.60	B-2(-2)	13:44:34 23-10-2020	PC	23:08:
Conflicto828	Aprobado			13:44:34 23-10-2020	PC	13:46:
Conflicto827	Aprobado	NL1	D(2)-6	13:44:34 23-10-2020	PC	13:50:
Conflicto826	Aprobado	NPT 10.40	B-2	13:44:34 23-10-2020	PC	14:30:
Conflicto825	Aprobado	NPT 7.80	B-2	13:44:34 23-10-2020	PC	14:24:
Conflicto824	Aprobado	NL2	B-2	13:44:34 23-10-2020	PC	13:56:

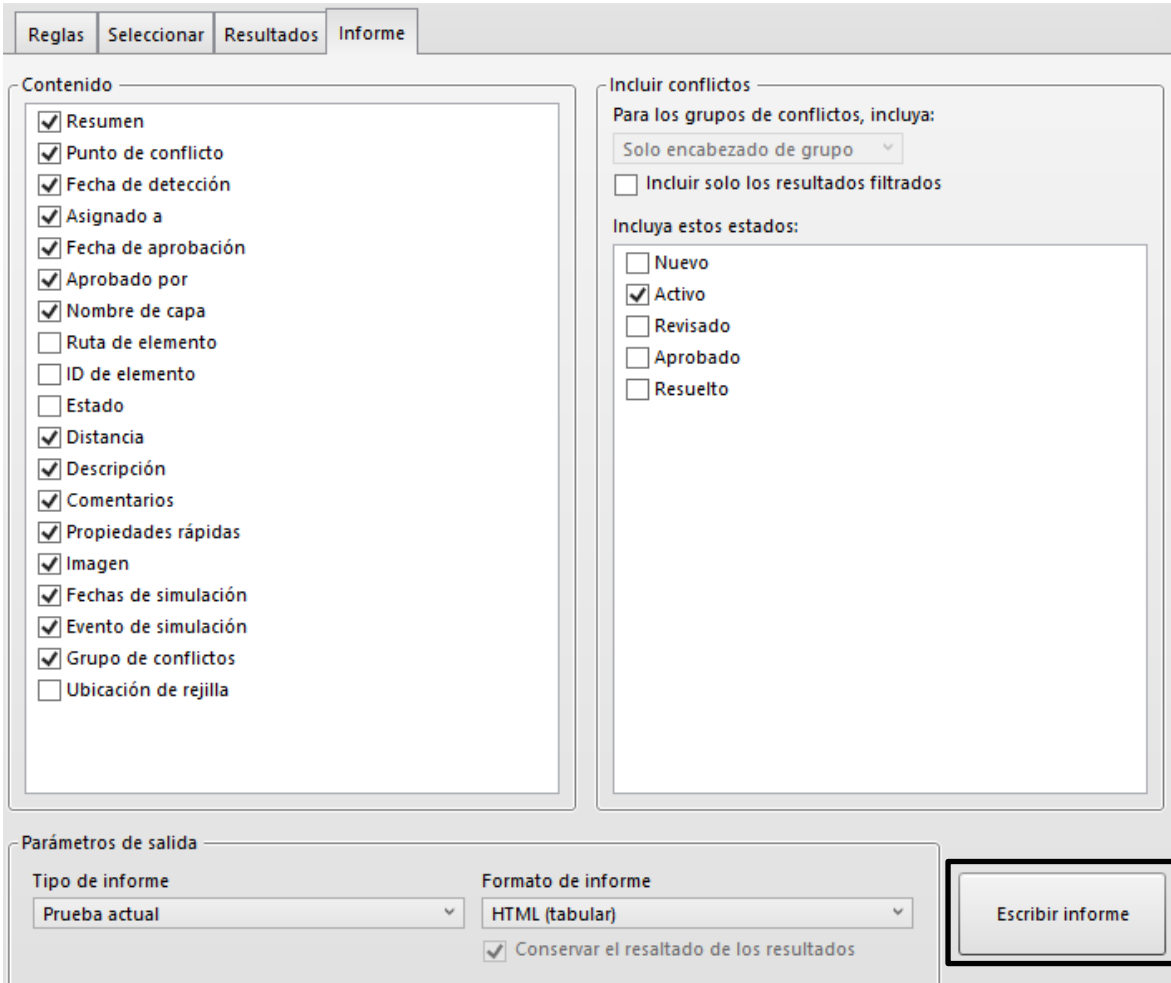
Una vez calificados los estados de todos los conflictos le damos al apartado informe.



En tipo de informe seleccionamos “Prueba actual” y en formato de informe le damos a “HTML (tabular)”

En el apartado contenido ya dependerá de cada proyectista que contenido quiere que incluya en su informe.

Por último, le damos a “escribir informe” para obtener el documento.



Reglas Seleccionar Resultados Informe

Contenido

- Resumen
- Punto de conflicto
- Fecha de detección
- Asignado a
- Fecha de aprobación
- Aprobado por
- Nombre de capa
- Ruta de elemento
- ID de elemento
- Estado
- Distancia
- Descripción
- Comentarios
- Propiedades rápidas
- Imagen
- Fechas de simulación
- Evento de simulación
- Grupo de conflictos
- Ubicación de rejilla

Incluir conflictos

Para los grupos de conflictos, incluye:

Solo encabezado de grupo

Incluir solo los resultados filtrados

Incluya estos estados:

- Nuevo
- Activo
- Revisado
- Aprobado
- Resuelto

Parámetros de salida

Tipo de informe: Prueba actual

Formato de informe: HTML (tabular)

Conservar el resaltado de los resultados

Escribir informe

Una vez ejecutado el informe, se descargará un archivo HTML que mandará a una página para que puedas visualizar el informe, luego de esto se podrá copiar el informe para pasarlo a un Excel o pasarlo a otro formato que más te convenga.