

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Implementación de la metodología BIM 3D para la
compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las
edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Katherine Mercedes Sanchez Plazo

REVISOR

Manuel Ismael Laurencio Luna

Lima, Perú

2021

RESUMEN

El principal objetivo de la investigación fue implementar la metodología BIM 3D para la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019. El diseño de investigación es cuasiexperimental, ya que analizará las situaciones que acontecen las variables, asimismo, es longitudinal, porque recolecta datos en dos intervalos de tiempo, además, es explicativa, ya que estudia el problema a detalle. Por consiguiente, los siguientes resultados son: se identificaron 15 incompatibilidades mediante solo planos y 33 propia de especialidad mediante la metodología BIM 3D, además, 9 fueron por interferencia entre estructuras y arquitectura y 3 por error de diseño, asimismo, el 73.33% (33) incompatibilidades, son de impacto “Moderado”, el 15.56% (7) son de impacto “Leve” y tenemos un 11.11% (5) de impacto “Grave”, algunas de las incompatibilidades para estructuras eran: variación de altura de la columna, etc., y para arquitectura eran: el muro no alcanza el nivel del piso, también, la puerta del baño sobresale 5cm, etc. En conclusión, la implementación del BIM 3D es eficaz y más precisa, ya que identificó varios tipos de incompatibilidades, asimismo, identificando se podrá optimizar la construcción de la edificación multifamiliar, eliminando retrabajos y problemas de gravedad.

Palabras clave: compatibilización, planos, metodología BIM, especialidades, edificaciones.

ABSTRACT

The main objective of the research was to implement the 3D BIM methodology for the compatibility of specialties in the design stage of buildings in the company Redcom Ingenieros, Lima, 2019. The research design is quasi-experimental, since it will analyze the situations that occur variables, likewise, it is longitudinal, because it collects data in two time intervals, in addition, it is explanatory, since it studies the problem in detail. Consequently, the following results are: 15 incompatibilities were identified by means of only plans and 33 of their own specialty by means of the 3D BIM methodology, in addition, 9 were due to interference between structures and architecture and 3 due to design error, also, 73.33% (33) incompatibilities, they are of “Moderate” impact, 15.56% (7) are of “Slight” impact and we have 11.11% (5) of “Severe” impact, some of the incompatibilities for structures were: variation in column height , etc., and for architecture they were: the wall does not reach the level of the floor, also, the bathroom door protrudes 5cm, etc. In conclusion, the implementation of 3D BIM is efficient and more precise, since it identified several types of incompatibilities, likewise, by identifying the construction of the multi-family building can be optimized, eliminating rework and serious problems.

Keywords: compatibility, plans, BIM methodology, specialties, buildings.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE	iii
I. INTRODUCCIÓN	7
1. Antecedentes y fundamentación científica.....	7
1.1. Realidad problemática.....	7
1.2. Antecedentes.....	9
1.3. Fundamentación científica.....	14
2. Justificación de la investigación.....	17
3. Problema.....	19
4. Conceptuación de las variables.....	20
6. Objetivos.....	21
II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	22
2.1. Tipo de estudio.....	22
2.2. Diseño de investigación.....	22
2.3. Método de investigación.....	22
III. METODOLOGIA DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA	23
3.1. Análisis situacional de la empresa.....	23
3.2. Alternativa de solución.....	24
3.2.1. Definición de BIM.....	24
3.2.2. BIM vs CAD.....	25
3.2.3. Dimensión BIM.....	26
3.2.4. BIM durante la etapa de diseño.....	27
3.2.5. Beneficios de la metodología BIM.....	27
3.3. Software Revit.....	28
3.3.1. Definición del Revit.....	28
3.3.2. Revit Structure.....	29
3.3.3. Características del Revit Structure.....	29
3.3.4. Revit Architecture.....	30
3.3.5. Características del Revit Architecture.....	30
3.3.6. Ventajas del Revit Architecture y Structure.....	31
3.4. Procedimiento de la Implementación BIM usando el software Revit.....	32

3.4.1. Elaboración del Modelo BIM Estructuras (3D).....	34
3.4.2. Elaboración del Modelo BIM Arquitectura (3D).....	38
3.5. Análisis del Software Revit.....	40
3.5.1. El origen de las incompatibilidades.....	40
3.5.2. Proceso de la Identificación de incompatibilidades.....	42
3.5.3. Niveles de impacto de incompatibilidades de las especialidades.....	44
IV. ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADO.....	45
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS.....	65
Anexo 01. Fotografías.....	65
Anexo 02. Planos.....	68
Anexo 03. Registro.....	70
Anexo 04. Presupuesto.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Comparación entre CAD y BIM</i>	26
Tabla 2. <i>Tabla de tipos de incompatibilidades</i>	41
Tabla 3. <i>Tabla de Incompatibilidades por Impacto</i>	44
Tabla 4. <i>Incompatibilidades identificadas mediante Planos Cad</i>	45
Tabla 5. <i>Número de incompatibilidades identificados con BIM</i>	46
Tabla 6. <i>Tipos de incompatibilidades, identificados con BIM</i>	48
Tabla 7. <i>Incompatibilidad por impacto, identificados con BIM</i>	50
Tabla 8. <i>Costo de la edificación sin incompatibilidades.</i>	51
Tabla 9. <i>Costo aproximado de incompatibilidades.</i>	52
Tabla 10. <i>Costo del proyecto + incompatibilidades</i>	52
Tabla 11. <i>Incompatibilidad en estructuras, identificados con BIM</i>	53
Tabla 12. <i>Incompatibilidades detalladas de estructuras, aplicando BIM</i>	54
Tabla 13. <i>Incompatibilidad en arquitectura, identificados con BIM</i>	56
Tabla 14. <i>Incompatibilidades detalladas de arquitectura, aplicando BIM</i>	57

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diferencia entre BIM y un dibujo en 3D.	25
<i>Figura 2.</i> Modelamiento de las estructuras.	29
<i>Figura 3.</i> Modelamiento de lo arquitectónico.	30
<i>Figura 4.</i> Uso de la plantilla Revit	32
<i>Figura 5.</i> Colocación de ejes principales y secundarios.	33
<i>Figura 6.</i> Colocación de niveles del edificio.	33
<i>Figura 7.</i> Modelamiento de las cimentaciones y zapatas del edificio.	34
<i>Figura 8.</i> Modelamiento del acero de las cimentaciones y zapatas del edificio.	35
<i>Figura 9.</i> Modelamiento de las columnas y vigas del edificio.	35
<i>Figura 10.</i> Modelamiento del acero de las columnas y vigas del edificio.	36
<i>Figura 11.</i> Modelamiento de la losa del edificio.	36
<i>Figura 12.</i> Modelamiento del ladrillo de techo del edificio.	37
<i>Figura 13.</i> Modelamiento del techo del edificio.	37
<i>Figura 14.</i> Modelamiento del piso del edificio.	38
<i>Figura 15.</i> Modelamiento de los muros del edificio.	39
<i>Figura 16.</i> Modelamiento de ventanas y puertas del edificio.	39
<i>Figura 17.</i> Modelamiento de la escalera del edificio.	40
<i>Figura 18.</i> Proceso de identificación de incompatibilidades.	44
<i>Figura 19.</i> Gráfico de Incompatibilidades de acuerdo a las especialidades.	46
<i>Figura 20.</i> Gráfico de Incompatibilidades de acuerdo a las especialidades, según BIM.	47
<i>Figura 21.</i> Gráfico de tipo de incompatibilidades.	49
<i>Figura 22.</i> Dibujo del muro que sobrepasa en 5cm a columna.	49
<i>Figura 23.</i> Gráfico por nivel de impacto.	51
<i>Figura 24.</i> Modelado 3D con Revit de la estructura.	53
<i>Figura 25.</i> Modelado 3D con Revit de la arquitectura.	56

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes y fundamentación científica

1.1. Realidad problemática

En la actualidad las empresas constructoras dedicadas a la ejecución de proyectos de edificaciones son cada vez más solicitadas debido al alto incremento de número de viviendas, asimismo, al tener mayor realización de proyectos de edificaciones basados en la ejecución de planos surgen muchas dificultades en la parte de compatibilizar los planos de estructuras y arquitectura, ya que por proyecto cada especialidad tiene como entregable un juego de planos 2d durante la etapa de diseño, por lo que, al momento de compatibilizar dichos planos no se logra identificar todas las incompatibilidades ocasionando retrasos en la ejecución del proyecto.

Asimismo, Miñín (2018) considera que, cuando se recolecta y coloca la información en los planos de estructuras y arquitectura de la edificación a realizar, ocasiona que se omitan detalles debido a la dificultad y tamaño que poseen los proyectos por la extensa cantidad de materiales de construcción a emplear e instalaciones generando un diseño semicompleto que en muchos de los casos son corregidos.

A nivel mundial, la realización de proyectos de edificaciones tiene una alta demanda, asimismo, está cobrando mayor relevancia el uso de nuevas metodologías al momento de identificar las incompatibilidades en los planos que ayudan a reducir el costo, tiempo y mano de obra al momento de la construcción.

Además, Yucra (2020) manifiesta que las herramientas que nos ayudaran a mitigar las incompatibilidades presentadas en la realización del diseño del proyecto es aplicando la BIM en la construcción, asimismo al corregir los errores en la etapa de diseño (etapa inicial), llevará a que esos errores no se corrijan en la etapa de construcción, ocasionando una reducción en la mano de obra, costos y tiempo de una edificación.

En el Perú debido al incremento competitivo en el ámbito constructivo, las incertidumbres más frecuentes que se presentan en el diseño de edificaciones, se

producen en toda la etapa de construcción de la edificación, ocasionada por interferencias en la compatibilización de planos, causando, además, incumplimiento en los tiempos, excesos en el presupuesto, transferencia de información y una mala gestión.

Por otra parte, Rojas (2017) sugiere que la etapa de diseño de una edificación debe enfocarse a que cumpla los niveles de calidad y sea productivo, es decir encontrar una metodología que nos permitan minimizar costo y tiempo en la etapa de producción y incrementar la eficacia en la etapa de diseño.

El sector constructivo en Lima al ser parte de la ingeniería civil lleva a que muchas empresas y consultorías en la capital se dediquen a ese rubro, es por eso que surgió la empresa Redcom Ingenieros, Área de Proyectos y Construcción encargada de desarrollar la parte de realización de planos por especialidades para construcción y licencia, expedientes técnicos y diseños. Además, en la realización de planos siempre se tuvo el problema al momento de compatibilizar las especialidades, tanto arquitectura como estructuras presentaban incompatibilidades, por ejemplo, en la viga se invadía algún muro del ambiente, también, que la losa no coincide con la altura de nivel presentado en el plano de arquitectura y así hay muchos más. Es por eso, que cuando se identificaban esas incompatibilidades en los planos 2d, quedaban algunas incompatibilidades sin resolver, ya que era muy difícil ubicar algunos detalles, por solo observarse en dos dimensiones.

Luego de tener claro el problema mencionado se ha considerado un tipo de metodología que viene ingresando con fuerza al país, el cual es la metodología BIM, el cual consiste en hacer un modelado del proyecto en tres dimensiones en el software Revit, permitiendo optimizar la cantidad de mano ayudante en obra, pérdida de materiales, costo y tiempo en el desarrollo de su construcción.

Por último, para poder desarrollar este problema se tuvo en cuenta las necesidades del cliente y así tener claro que el perjudicado directo para una empresa de construcción siempre será el cliente, ya que, al no hacer una buena construcción de su edificación, puede desarrollar pérdidas económicas e inclusive pérdidas humanas. Por lo tanto, este trabajo permite desarrollar una metodología innovadora para identificar las incompatibilidades en los planos del diseño de una edificación.

1.2. Antecedentes

Rojas (2019) identificó incompatibilidades entre especialidades en la edificación NESTA de Jesús María a fin de optimizarla, registrando, analizando y corrigiendo la cantidad de costos y materiales mediante la información recolectada como planos Cad del diseño. Actualmente, las empresas constructoras buscan que el proyecto final sea óptimo y efectivo, es por eso que ejecutan la comparación de planos entre especialidades como son arquitecturas y estructuras para analizar dichas incompatibilidades que generan pérdidas de dinero, tiempo y materiales. Por consiguiente, se realizó una investigación de estudio cuantitativo con diseño experimental y de tipo aplicada. Se tiene como población las 15 edificaciones multifamiliares ubicadas en Jesús María, teniendo como tipo de muestreo el no probabilístico y como muestra la edificación NESTA, asimismo, la técnica que se empleó es la recolección de información mediante un cuestionario de 10 preguntas sobre la metodología BIM y la identificación de incompatibilidades, asimismo, los instrumentos utilizados para el diseño son los programas AutoCAD y Revit, ya que permiten el análisis en la edificación NESTA.

Los resultados que se obtuvieron fueron: se mejora en 270.83% la identificación de incompatibilidades en el diseño del proyecto, es 35% más eficiente el modelo 3d que el modelo manual con planos 2d para la identificación de incompatibilidades, la reducción de materiales fue de 3% utilizando el modelo tridimensional de la metodología analizada, 80 días de retraso tuvo la etapa de construcción, sin haber aplicado el modelo 3d, por el cual al ser aplicado se obtendrá dos semanas de retraso, siendo el tiempo más óptimo en comparación al anterior. Los resultados presentados confirman que la aplicación del modelo tridimensional es óptima y efectiva. En conclusión, con el modelo manual de planos 2d se tuvo 74 incompatibilidades y con el modelo tridimensional se tuvo 185 incompatibilidades, siendo 230% veces mejor el modelo tridimensional en la identificación de incompatibilidades de especialidades entre arquitectura y estructuras, eliminando así en una fase posterior retrabajos en la construcción y optimizando la eficacia de la edificación multifamiliar.

Miñín (2018) implementó el BIM en el desarrollo de la elaboración de la edificación Fanning en Miraflores para su mejora. Actualmente, la dificultad de los proyectos comprende gran cantidad de instalaciones, materiales y procesos de construcción, lo que conlleva a omitir datos y detalles cuando se coloca en los planos, asimismo, en el mundo se vienen teniendo en mente el uso de nuevas herramientas especializadas en la etapa de diseño para reducir los problemas ya sean económicos, de tiempo encontrados en la etapa de construcción. Por consiguiente, se realizó una investigación de estudio cuantitativo con diseño no experimental y transversal. Se tiene de población al edificio Fanning de la empresa CW Inmobiliaria SAC, teniendo como muestra los planos por especialidades de la edificación multifamiliar Fanning, asimismo, la técnica empleada es la de matriz encargada de hacer diferentes cuestionarios de preguntas y respuestas sobre el proyecto y el instrumento usado por el investigador fue el programa Revit 2018 para la recopilación de información del edificio multifamiliar.

Por lo tanto, los resultados fueron: que la especialidad de arquitectura encabeza con un 40% de incompatibilidades encontradas en la edificación multifamiliar Fanning, en segundo lugar, la especialidad de estructuras con un 27% de incompatibilidades en la edificación, en tercer lugar, la especialidad de instalaciones eléctricas con un 20% de incompatibilidades y en último lugar la especialidad de instalaciones sanitarias con un 13% de incompatibilidades, además, el costo total de las incompatibilidades de la edificación es de S/. 10 103.940. Los resultados presentados se desarrollaron con el programa Revit desde la etapa de diseño de la edificación para garantizar su eficacia. En conclusión, se implementó el BIM recaudando información mediante las especialidades logrando un ahorro de presupuesto que fue de 0.026% del costo del presupuesto general, también, muy aparte de identificar las incompatibilidades en la etapa de diseño, se brindarán distintas soluciones a las detectadas en la etapa de construcción, escogiendo el más beneficioso acorde a la edificación multifamiliar analizada.

Ybañez (2018) optimizó las edificaciones del distrito de Villa el Salvador, implementando el BIM para darle soluciones a las incertidumbres identificados en la compatibilización de planos de diseño del proyecto. Actualmente, existe una alta competitividad en el sector constructivo, el cual las deficiencias encontradas se presentan en la elaboración de expedientes en la etapa de ejecución, generando retrasos e incrementando el presupuesto adicional, siendo perjudicial, pero tendría una solución rápida si se implanta el desarrollo de nuevas metodologías y gestión en la primera etapa que es la de diseño del proyecto de edificación. Por consiguiente, se realizó una investigación de enfoque cuantitativo con diseño experimental y aplicada. Se tiene como población a las edificaciones con dos pisos y un sótano, teniendo como tipo de muestreo el no probabilístico y como muestra el proyecto de edificación de área de 1 312.66 m² cuyo uso es para oficinas de dos pisos y un semisótano, asimismo, la técnica que se utilizó es la observación directa y las entrevistas y los instrumentos utilizados son la ficha técnica, el programa Revit de modelamiento tridimensional del edificio de dos pisos y el instrumento de validez.

Por lo tanto, los resultados fueron: el 270.83% es el beneficio significativo total en el proyecto usado mediante la metodología BIM, el 76% son casos de incompatibilidades que surgen al vincularse varias especialidades empleando BIM, el 56% eran defectos en los planos por especialidades, el ahorro económico es de 3.01% del presupuesto de la obra y se obtuvo un total de 104 días de retraso que tendría la obra si no aplica la metodología BIM. Los resultados presentados fueron positivos que indica que el proyecto fue desarrollado de manera efectiva y logra cumplir con la reducción de costo y tiempo. En conclusión, la aplicación del BIM logra desarrollar un destacable manejo de las incompatibilidades obteniendo 263% veces mejor que el método manual, además, el grado de impacto generado entre especialidades es moderado obteniendo un 52% utilizando el método manual y utilizando el método BIM es de 81%, el cual anticipa para desarrollar trabajos de gravedad y posibles soluciones en el edificio de dos pisos.

Fonseca (2018) propuso un modelo metodológico BIM en el desarrollo constructivo de las edificaciones VIS realizados con el sistema de mampostería, para así garantizar mejor calidad y eficiencia. Además, en Colombia VIS significa Vivienda de Interés Social, asimismo, se encarga de beneficiar las condiciones de vida de las personas de bajos recursos, es por eso que cuando se ejecuta la obra y debido a su limitado la obra no se realiza de forma óptima, también, si contratan a mano inexperta en la realización de la obra e incluso, la supervisión es inadecuada y incompleta, es por estos motivos que se implementa la metodología BIM para resolver las dificultades que se presenten. Por consiguiente, se realizó una investigación de enfoque mixto con un diseño secuencial y de tipo aplicada. La población son las viviendas VIS de un sistema de mampostería estructural, teniendo como muestra la vivienda con sistema de mampostería, asimismo, la técnica que se empleó se basa en la recopilación de información mediante una encuesta a las personas encargadas o expertos en el sector constructivo VIS e uso del BIM y como instrumento tenemos una ficha técnica encuesta de 21 preguntas.

Los resultados obtenidos fueron: se tiene 4 días más a los procesos en obra, debido a pésima coordinación entre los planos de especialidades y no aplicar la metodología BIM, se presenta una reducción del 2% en el presupuesto total del proyecto, el 83% de las personas de la empresa no implementa BIM, el 15% utiliza el programa Revit y el 73% implementa la metodología en la vivienda con mampostería. En conclusión, es necesario tener en cuenta seguir a detalle las etapas de la vivienda, entre las cuales está primero el hecho de la realización de programar la vivienda, el cual se encarga de brindar buen control en la edificación, asimismo, el proceso de supervisar es uno de los puntos fundamentales en su evolución, ya que si no se toma en cuenta ocasionaría problemas de integridad estructural en la vivienda VIS y en el costo total de ejecución de la obra.

Villena (2017) desarrolló el modelado de la edificación irregular de 5 pisos usando el programa Revit para luego pasar al posterior análisis de la edificación con el programa Robot Structural, todo es basado según la aplicación de la metodología BIM. Antiguamente los programas no estaban completos ya que carecían en la forma de la interpretación, la memoria y la dificultad de leer datos debido a que los resultados eran impresos, esas desventajas poco a poco se fueron reduciendo a lo largo del tiempo debido a la existencia de innovadoras herramientas para realizar el proceso como son dibujos, diseños y cálculos de todos los tipos de construcciones, entre las cuales tenemos como fundamental herramienta el Revit. Por consiguiente, se realizó una investigación de enfoque cuantitativo con diseño experimental y es aplicada. Se tiene como población a las edificaciones con 5 pisos en Ambato, Ecuador, teniendo de muestra un hotel de 17.28 metros de altura de 5 niveles en la ciudad de Ambato, el cual primer nivel es un comercio, segundo nivel cuenta con dos restaurantes, tercer y cuarto nivel es servicio para hospedaje y por último el quinto nivel será como una auxiliar si en un futuro se usa para hospedar, asimismo, la técnica que se empleó se basa en la recopilación de información mediante un plan de recolección y los instrumentos utilizados para el diseño son los programas Revit y Robot Structural.

Por lo tanto, los resultados fueron: los programas “Robot Structural Analysis” y “Etabs” presentan diferencias entre el 1% y 6 %, asimismo, las reacciones logradas con el peso propio varían en 5.2% en sus reacciones en el sentido a la gravedad, además, 43% es la variación de las derivas analizadas en los programas de diseño estructural. Los resultados presentados garantizan la innovación del uso de nuevos programas innovadores en el proyecto. En conclusión, los softwares como “Revit” y “Robot Structural”, ya que brindará, mediante un modelado digital, optimizar el tiempo en el diseño y la representación 3D de la edificación de un hotel de 5 pisos, asimismo, proporcionan a la persona entender cuanto material es importante para su construcción.

1.3. Fundamentación científica

Con respecto a la base teórica, se ha realizado la búsqueda de diferentes conceptos de los autores nacionales e internacionales de la variable independiente que es la metodología BIM 3D y la variable dependiente Identificación de planos.

Yucra (2020) manifiesta que la metodología BIM 3D ayuda a obtener modelos tridimensionales de los proyectos, asimismo se exporta los planos cad por cada especialidad (arquitectura, estructuras e instalaciones) y cortes y elevaciones en 3d del proyecto, si por alguna razón se tuviera que corregir algún dato de los elementos a desarrollar en el proyecto, el programa ayuda a solucionar dichos cambios en cualquier punto.

Ybañez (2018) aclara que BIM está vinculado a herramientas relacionadas entre sí, entre las cuales están los softwares que desarrollan el modelado para tener una mejor visualización del proyecto, asimismo, los cálculos estructurales y los softwares de presupuestos, entre otros, también el BIM no solo se basa en ser softwares de dibujo, sino que se implementan procesos de trabajos colaborativos y prácticas integradas que generen información de suma importancia y verdadera del proyecto.

Miñín (2018) define que la implementación del BIM garantiza rendimiento y eficacia, ya que minimiza las fallas y el grado de trabajo innecesario, producto de incompatibilidad en los planos, a lo largo de la etapa de diseño de los proyectos, asimismo, BIM logra que el sector de la construcción tenga nuevas estrategias logrando reducción de tiempo y un registro ordenado con información para futura toma de decisiones.

Fonseca (2018) señala que el modelo BIM posee diferentes dimensiones en el diseño e incluso un ciclo de procesos del proyecto, los cuales son: el 3D vista tridimensional, 4D cronograma del proyecto, 5D presupuesto del proyecto, 6D durabilidad del proyecto y, por último, 7D es el seguimiento de la obra, para garantizar una mejor gestión mediante una visualización del modelo digital del proyecto.

Farfán y Chavil (2016) manifiesta que en un proyecto de edificación la solución clave para tener con éxito la aplicación de la metodología BIM se debe a la cooperación mutua entre los participantes (cliente, diseñador, especialista, contratista y proveedor, etc.), asimismo la comunicación entre miembros debe ser transparente, libre y conciso para conseguir un sistema metodológico BIM ventajoso, eficaz y exitoso.

Morales (2018) aclara que un sistema BIM se define como vista tridimensional y paramétrica las partes que conforman la edificación como las estructuras, arquitectura, sanitarias y eléctricas. Asimismo, tridimensional se refiere a verse más real en 3 dimensiones, y ser paramétrica es cuando cada elemento almacena información y es utilizada en varias aplicaciones desde la etapa de diseño hasta el funcionamiento del proyecto de edificación.

Villena (2017) sostiene que el software Revit perteneciente a la Licencia Autodesk se define como un software específico para la realización de modelos tridimensionales de los elementos del proyecto, este software se maneja con la metodología BIM, el cual permite a las personas a realizar proyectos con mejor exactitud, eficacia y reducción en el tiempo estimado en buena proporción, asimismo, los datos procesados que en algún momento pueden ser modificados se realizan en tiempo real en distintas especialidades que son: arquitectura, estructura e instalaciones.

Cámac (2015) señala que, desarrollar un método tridimensional, es de suma importancia mantener una buena y fluida comunicación entre los participantes a lo largo de la fase del diseño, construcción y mantenimiento, también, contar con planos ordenados y coherentes, para que así cualquier consulta, se agilice y de forma rápida se resuelva la inquietud del proyecto.

Rojas (2019) considera que la identificación de planos es un proceso común que se debe hacer en todo proyecto de construcción, el cual consiste en identificar incoherencias u errores de los planos de del proyecto como los de arquitectura y estructuras con dichas especificaciones técnicas para solucionar dichos errores en un desarrollo posterior.

Alcántara (2013) menciona que en la etapa de diseño son elaborados los documentos como los planos del proyecto por especialistas como arquitectos e ingenieros, el cual se procederá a identificar dichos planos donde deberían estar completos y precisos, para satisfacer los requerimientos del cliente, pero desafortunadamente nunca sucede eso, es decir, van a surgir incoherencias en los planos.

Rojas (2019) considera que para realizar el modelo tridimensional se debe tener un buen manejo, identificando los planos de arquitectura considerando los detalles como las puertas, ventanas, ambientes, muros y en los planos de estructuras los detalles de vigas, columnas, losas, etc., el cual toda la información es reunida para realizar el avance del proyecto en el software Revit BIM.

Poclin (2014) define que los diseños hechos en planos Cad de las especialidades están en dos dimensiones, es decir, que son realizados de forma individual y cada cambio que se haga debe ser modificada y solucionada en cada uno, mientras que con el método BIM realizan el proceso real del proyecto en forma tridimensional, es decir modelan la edificación del proyecto no con sistemas Cad sino de forma virtual, los cuales son los siguientes: muros, ventanas, cimentaciones, cubiertas, columnas, vigas, placas, etc.

Rojas (2017) señala que, los entregables del modelamiento 3d del proyecto son planos por especialidades como arquitectura y estructuras, estas son obtenidas dentro de las etapas de la edificación como diseño, construcción u mantenimiento), el cual se genera la coordinación y ordenación de la documentación 2d y la visualización 3d en base a dichos planos.

Martínez (2019) sostiene que, los archivos obtenidos en el diseño son los planos con dimensión 2d donde contiene arquitectura y estructuras, estos planos de diseño ocasionan problemas comunes en la construcción ya que al momento de la identificación se observa que hay escasez y exactitud en el dibujo, además el diseño 2d son pocos industrializados.

2. Justificación de la investigación

Esta investigación se inicia debido a que, cuando se realiza ejecución de planos Cad siempre se tuvo el problema al momento de compatibilizar las especialidades, tanto arquitectura como estructuras presentaban incompatibilidades graves hasta moderados en el proyecto, por lo tanto, lo que se quiere lograr es un mejor modelo en el sector constructivo con aplicación de tecnologías BIM 3D para su posterior identificación en el diseño de planos Cad de la edificación, y así brindarle un proyecto óptimo y satisfactorio al cliente.

Por ello, es necesario mencionar que actualmente si existen investigaciones de tesis internacionales y nacionales donde se halla implementado esta metodología BIM para desarrollar de manera eficaz los proyectos de edificaciones, las investigaciones encontradas van desde años actuales hasta rango menor de 7 años, se puede considerar que la investigación ya no es innovadora pero ya viene siendo aceptada en las empresas como método de solución, ya que antes era considerada como algo innovador el cual usaban pocas empresas.

La investigación presenta como objetivo implementar el BIM 3D para la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones de la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, dando como resultado del modelado tridimensional un proyecto de edificación eficaz y conciso, ya que ayudará a analizar en una etapa antes de que se mande a realizar la construcción que es la de etapa de diseño, ocasionando reducción de costos, tiempo, materiales y mano de obra posteriormente, además, la metodología BIM brindará un aporte importante en la construcción en el Perú, ya que generará un incremento en la realización de proyectos de ingeniería a futuros.

Las implicaciones prácticas de esta investigación es que brindará solución a los problemas de incompatibilidad de planos entre especialidades tomando en cuenta factores como la comunicación entre especialistas, el orden de los documentos, la capacidad de respuesta y el uso del software, es decir, según los resultados obtenidos se

debe establecer técnicas rápidas para así reparar cualquier problema que se encuentre en los proyectos.

En el marco metodológico, esta investigación propone una metodología BIM 3D para el desarrollo de una edificación en Lima para mejorar la compatibilización de especialidades de arquitectura y estructuras, siguiendo las etapas de recopilar información mediante los planos 2d y realizar el modelo tridimensional usando el software Revit, cuyos resultados permitirán una identificación rápida y eficaz.

El estudio presenta como beneficiados al cliente que solicita que realicen su proyecto de edificación, asimismo, otra beneficiada es la empresa donde laboro, ya que es nueva en estos tipos de implementación de metodología y no cuenta con una gestión elaborada y propia, si los resultados son favorables podrán aplicarlos en proyectos más grandes, además, están como beneficiados los especialistas, y yo como trabajador, ya que se conocerá una nueva forma de trabajo, causando que los miembros del equipo aprovechen su tiempo en actividades propias de la construcción, y no pierdan tiempo en compatibilizar planos en Cad. Actualmente, con todo esto, ocasionará que el Perú logre un incremento de proyectos empleando BIM, brindando mayores oportunidades de trabajo, también si se realiza su posterior construcción garantizará optimización en los costos, tiempo y mano de obra, ya que la etapa de diseño fue analizada correctamente.

De la misma manera, la empresa que está prestando el servicio en el área de proyectos y construcción siempre debe lograr un desarrollo mejor y eficaz que supere al desarrollo de los trabajos anteriores para determinar que se está dando un proyecto de calidad, óptimo y eficaz, tomando en cuenta las necesidades del cliente, ya que, al no hacer una buena construcción de su edificación solicitada, puede desarrollar pérdidas económicas y pérdidas humanas. En el presente estudio, nos referimos a una empresa cuya área de proyectos y construcción realiza proyectos de ingeniería como planos de edificaciones para obra y licencia brindando buen servicio a las personas; por esta razón, se incorporó uno de las herramientas que se usan en BIM que es el Revit para el análisis de las incompatibilidades de los planos 2d por especialidades.

3. Problema

Problema general

¿Cómo la implementación de la metodología BIM 3D mejora la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019?

Problemas específicos

¿Qué tipos de incompatibilidad presenta la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, aplicando la metodología BIM 3D?

¿Qué niveles de impacto genera las incompatibilidades de la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, aplicando la metodología BIM 3D?

¿Cómo se aplica la metodología BIM 3D en la compatibilización de la especialidad de estructuras en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019?

¿Cómo se aplica la metodología BIM 3D en la compatibilización de la especialidad de arquitectura en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019?

4. Conceptuación de las variables

Implementación de la metodología BIM 3D para la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Escala de medición
V. 1. Metodología BIM 3D	Ybañez (2018) manifiesta que es un sistema para representar tridimensionalmente los elementos en el proyecto de edificación, el cual en base a herramientas como softwares se obtiene los entregables que son documentos digitales.	Implementando BIM se busca satisfacer al cliente y mejorar en la compatibilización y análisis de planos en el diseño de la edificación en colaboración con todos los especialistas.	Comunicación Orden de documentos Capacidad de respuesta Software Revit	Ordinal
V. 2. Compatibilización de especialidades	Rojas (2017) señala que la compatibilización se realiza por documentos del proyecto, elaborados por especialistas como arquitectos e ingenieros, el cual se procederá a identificar dichos planos donde deberían estar completos y precisos.	Se desarrollan en el proceso de diseño y pueden ser arquitectura y estructuras.	Tipos de incompatibilidad Niveles de Impacto Especialidad de Estructuras Especialidad de Arquitectura	Ordinal

5. Objetivos

Objetivo general

Implementar la metodología BIM 3D para la mejora de la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019.

Objetivos específicos

Determinar los tipos de incompatibilidad que se identifican en la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, aplicando la metodología BIM 3D.

Determinar los niveles de impacto que genera las incompatibilidades de la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, aplicando la metodología BIM 3D.

Aplicar la metodología BIM 3D en la compatibilización de la especialidad de estructuras en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019.

Aplicar la metodología BIM 3D en la compatibilización de la especialidad de arquitectura en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

2.1. Tipo de estudio

Ybañez (2018) manifiesta que la investigación es de tipo aplicada porque busca plantear nuevas herramientas en la búsqueda de soluciones a problemas prácticos y mínimos, a fin de obtener un plan de mejora en el estudio. Por eso, implementaremos la metodología BIM 3D para la mejora en la compatibilización de especialidades.

2.2. Diseño de investigación

La investigación presenta un diseño cuasiexperimental, porque analizará las situaciones que acontecen la manipulación entre las variables de forma intencional, es decir, entre la compatibilización de especialidades (dependiente) y la metodología BIM 3D (independiente) se relacionan previamente, más no aleatoriamente y así obtener una relación causal, asimismo, ocasionar una propuesta de mejoría y solución.

2.3. Método de investigación

Presenta un nivel descriptivo, porque se busca información adecuada de forma individual o en grupo de las variables a analizar que son la compatibilización de especialidades y la metodología BIM 3D, cuyo fin es la de aumentar los conocimientos y así garantizar que la implementación BIM es adecuada.

Rojas (2019) indica que la investigación es explicativa, ya que requiere la combinación del método analítico con un enfoque cuantitativo, es decir, estudia el problema a detalle y se entiende de manera competente. Por ello, con la recolección de información como los planos Cad y el análisis de datos surgió la problemática que son las incompatibilidades que presentan los planos de especialidades, por el cual serán analizadas mediante el uso del software Revit.

Miñín (2018) señala que la investigación es de longitudinal, ya que este estudio recolecta datos en intervalos de tiempo. Además, longitudinal significa profundizar en los datos en que se manifiesta la variable que son la compatibilización de las especialidades antes y después de ser implementado el BIM.

III. METODOLOGIA DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA

3.1. Análisis situacional de la empresa

La empresa Redcom Ingenieros, situada en el departamento de Lima se encarga de la ejecución y diseño de proyectos de construcciones, instalaciones y comunicaciones a nivel Nacional en todo el Perú, cuya área de Proyectos y Construcción encargada de desarrollar la parte de realización de planos por especialidades para construcción y licencia, expedientes técnicos y diseños de las edificaciones. Asimismo, en el desarrollo de los proyectos surgían problemas como las interferencias en planos CAD, esto no pasaba solo una vez, sino varias veces, eso ocasionaba pérdida de tiempo y trabajo de los especialistas, asimismo, en la etapa de construcción, el cliente sufría pérdida de materiales.

Es por eso, que mi área encargada realizamos el proyecto de una edificación de 5 pisos ubicada en San Juan de Lurigancho en el año 2019, destinada para ser una vivienda multifamiliar con un perímetro de 11.00 metros x 7.20 metros, se tuvo que tener toda la información del edificio a detalle como son los planos de arquitectura y estructuras hecho en el programa CAD para su manejo y control, el resultado no fue positivo ya que, se encontraron incompatibilidades en los planos CAD, cuyas incompatibilidades se ven mínimas pero ocasionan problemas, cuando se identificaron esas incompatibilidades en los planos 2d no quedaba claro ya que puede ser difícil buscar determinadas especificaciones.

Al encontrar experiencias pasadas, en base a proyectos de construcción, se solicita utilizar BIM mediante el programa Revit, para modelar el proyecto en 3D de la edificación de 5 niveles, basándose sobre todo en la ubicación de incompatibilidades de estructuras y arquitectura y adquirir un gran sabiduría de estas como aprendizaje, el cual busca solucionar los diferentes fallas en planos CAD y especificaciones como antesala a la realización de su construcción, además de observar el tipo de incompatibilidades no resueltas en la etapa de diseño, también se obtuvo el nivel de impacto de estas incompatibilidades respectivamente en planos CAD y usando metodología BIM 3D.

3.2. Alternativa de solución

3.2.1. Definición de BIM

Martínez (2019) señala que BIM significa en español “Dibujo de Información de la Edificación”, además, se define como una tecnología basada en el dibujo de la edificación en 3D, recolectando toda la información necesaria y adecuada de los planos y usarlos en su beneficio para su diseño y control de la edificación del sector constructivo.

La característica de BIM es ser innovador, asimismo, se encarga de ayudar y comprometer el intercambio de diálogo de los especialistas de la empresa Redcom Ingenieros como arquitectos e ingenieros, logrando imaginar y aprovechar datos consecuentes, breves y acorde a la edificación, además observan dibujos modelados y desarrollan la conducta estructural en casos verdaderos para la toma de decisiones del diseño a elaborar en etapas anticipadas.

La realización de modelos BIM tienden a ser confundidos con modelos en tres dimensiones, en sí, aparte que es un modelado 3D (información gráfica) adquiere datos importantes (información no gráfica), que son almacenadas en los archivos del proyecto de edificación. Según Cámac (2015) indica que otra característica que tienen es que presenta nivel de “sabiduría” y se da por dos características que son: el diseño paramétrico, el cual los elementos a diseñar como columnas, vigas, ventanas, etc., son caracterizados mediante parámetros que determinan la geometría de la edificación, además el otro es la Bidireccionalidad asociativa, donde consiste en realizar las modificaciones respectivos en todo el diseño, es decir, cuando se realiza una variación en el dibujado, mecánicamente sus vistas en 2D se actualizan, eliminando posibles inconsistencias.

Actualmente, otros países con potencia mundial, el BIM empieza a desarrollarse como un nuevo método de entender, analizar, controlar y visualizar un proyecto de edificación mediante un modelo en 3D, tal como se desarrolló en la empresa Redcom Ingenieros.

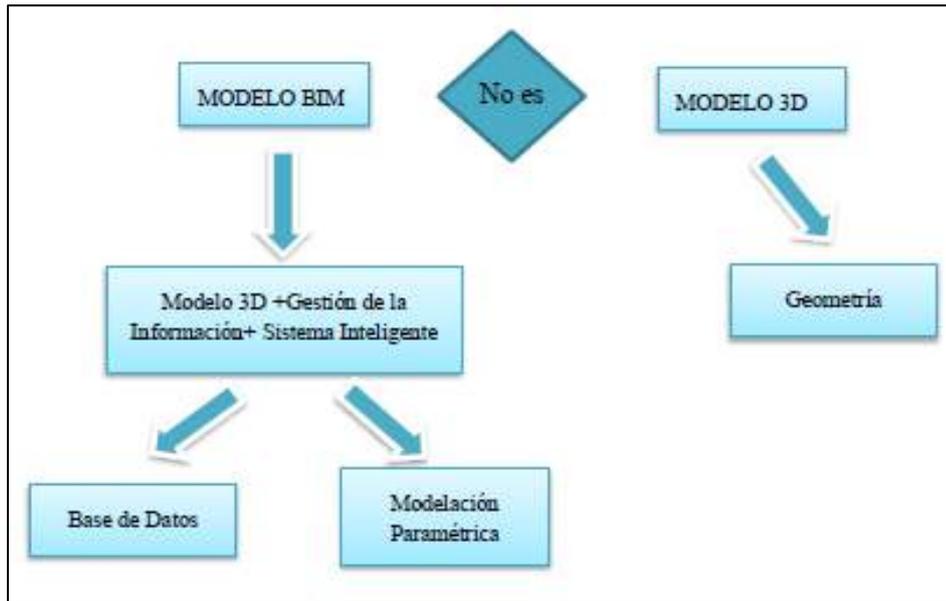


Figura 1. Diferencia entre BIM y un dibujo en 3D.

Fuente: Adaptado de Morales S., 2018

3.2.2. BIM vs CAD

Poclin (2014) manifiesta que el CAD significa “herramienta realizada por computadora”, el cual reemplazó el dibujado de planos a mano antiguamente, transformándose actualmente en un programa profesional más usado por el campo de la ingeniería.

La herramienta CAD se complementa con diversas tecnologías ocasionando un análisis eficaz y completo en la edificación desde la etapa de diseño y construcción, para así conseguir un ahorro de tiempo en el proyecto final.

Para Morales (2018) el CAD sustituyó a las maquetas a mano hechas antiguamente, es por eso que se busca que el BIM logre optimizar los procesos para transformar el sector constructivo en algo eficaz y óptimo, asimismo, es posible que después de haberse implementado el BIM a nivel nacional, todavía haya proyectos que usen el programa CAD, ya que el proceso de adaptación al BIM aun toma tiempo, es por eso que el uso del CAD aun predomina comúnmente.

Según Morales (2018) sostiene que el BIM lentamente se está apoderando y en poco tiempo observaremos una mejora en el trabajo entre los participantes para la realización de la edificación, teniendo en cuenta la abundante información que se recolecta con BIM al inicio, las decisiones convenientes buscan darse en etapas iniciales junto a los especialistas trabajando de forma paralela.

Tabla 1. Comparación entre CAD y BIM

Tradicional CAD	Metodología BIM
Las decisiones son tomadas después de haber hecho los planos para la construcción.	Las decisiones son tomadas durante el desarrollo del proyecto.
Las modificaciones hechas en un plano se cambian uno por uno en cada plano de su especialidad respectiva.	Las modificaciones hechas en un plano se cambian automáticamente en cada plano de su especialidad respectiva.
La información del proyecto no es tan exacto, porque presentan incompatibilidades entre especialidades y propias.	La información del modelo es exacto y preciso.

Fuente: Morales, S., 2018

3.2.3. Dimensión BIM

Según Martínez (2019) manifiesta que el levantamiento geométrico de la edificación se presenta en dimensión 3D teniendo en cuenta los datos a detalle que presentan los planos utilizando la metodología BIM.

La obtención de un modelo digital de un proyecto en 3D brinda un nivel de detalle del modelado mediante el uso de herramientas, además los elementos modelados garantizan un levantamiento real de la parte visual del proyecto y una adecuada unión en la geometría de los elementos.

Según Martínez (2019) las incertidumbres encontradas en la etapa de diseño no son limitadas, es decir son solucionables, se considera fuera del resto de las disciplinas involucradas, pero a la vez contemplan también la interconexión de diversas disciplinas técnicas.

3.2.4. BIM durante la etapa de diseño

La aplicación del BIM agiliza la comunicación entre las personas del proyecto (especialistas, cliente, miembros), teniendo en cuenta en los datos brindados que sean proporcionados, concisos, transparentes y actualizados.

Según Morales (2018) manifiesta que proporciona y agiliza la toma anticipada de decisiones, seleccionándolas de acuerdo al tamaño de contribución o a las limitaciones del diseño de la edificación.

Fomenta la participación a los futuros encargados de las etapas siguientes como construcción y mantenimiento, mejorando las etapas cuando se realiza una próxima intervención.

Minimiza las interferencias entre especialidades, ocasionando una mejora y eficacia en el proyecto final, asimismo optimiza el desarrollo de cada proceso y la realización de entregables.

Analiza la contractibilidad y realiza un modelo virtual de la construcción del proyecto, minimizando riesgos y incoherencias en las etapas siguientes.

Aumenta la calidad y eficacia de las edificaciones para luego organizar auditorías a futuro a lo largo de la ejecución de obra.

3.2.5. Beneficios de la metodología BIM

Los proyectos empleando la metodología BIM reducen los problemas en su diseño, debido a que logran optimizarse para un mejor control, eliminando dichas incertidumbres.

La empresa Redcom Ingenieros al implementar BIM en el proyecto obtuvo como beneficios lo siguiente:

Se obtuvo un modelamiento detallado con la información, es decir teniendo en cuenta los elementos estructurales y arquitectónicos de la edificación a construir.

Se detectó las discrepancias entre las especialidades, evitando que haya un trabajo doble y así reduciendo el tiempo, asimismo reducción de costo, materiales, desde la fase de diseño hasta en las fases posteriores.

Permitió las modificaciones en la edificación de una forma coherente y fácil, asimismo, fueron distribuidos al grupo involucrado ahorrando tiempo y comunicación, y así los expertos se concentran en mejorar los diseños.

Se obtuvo documentos efectivos, ya que los datos del proyecto se hallan dibujados específicamente en el modelado 3D, asimismo, servirá en la etapa de construcción, ejecución y control del proyecto.

Se obtuvo con la aplicación del BIM, detalles y vistas 3D isométricas, asimismo, con los datos se podrá realizar el análisis estructural de los elementos del proyecto a un futuro.

Se ganó experiencia competitiva, ya que el BIM está siendo solicitado con más frecuencia por los clientes, es por eso que nosotros como empresa implementemos dicha metodología para ser competitivos.

3.3. Software Revit

3.3.1. Definición del Revit

Revit es una herramienta del BIM, asimismo, es una plataforma de Autodesk donde se construye modelos de información (BIM). Según Rojas (2019) señala que Revit es un software de diseño y construcción para hacer estructuras, arquitectura e instalaciones, sus aplicaciones proporcionan una ventaja competitiva inmediata, ya que tienen mayor coordinación, calidad y eficacia en las fases de los proyectos y aporta a una mayor rentabilidad a los especialistas y el resto del equipo del proyecto.

Es por eso, que la empresa Redcom Ingenieros tuvo como principal software el Revit para realizar el modelado respectivo de las estructuras y arquitectura de la edificación multifamiliar, para cada uno se usó el Revit correspondiente.

3.3.2. Revit Structure

El software se usa para hacer el modelado y dibujo de los elementos estructurales, ya que presenta un modelo físico para el diseño y la coordinación, además, este software se puede modelar desde cero, sobre archivos del CAD 2D o para mejorar su coordinación, ya que trabaja en vínculos de modelos arquitectónicos.

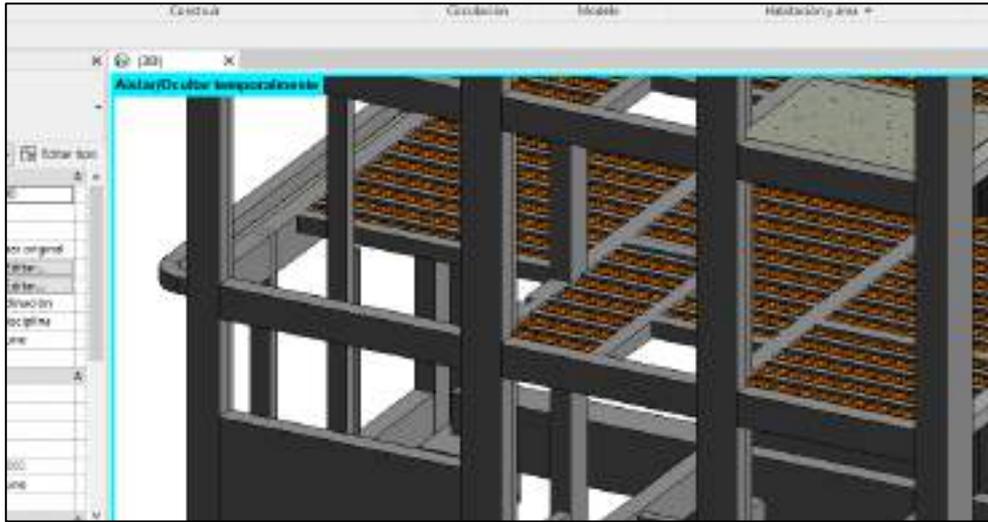


Figura 2. Modelamiento de las estructuras.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3. Características del Revit Structure

El Revit Structure presenta una coordinación perfecta, ya que dibuja en una hoja y programa una representación directa, realizando cambios y coordinando automáticamente cambios en vistas, hojas de dibujo, secciones, planos y detalles.

La creación de secciones y elevaciones en el Revit Structure es simple en comparación con la aplicación de otros métodos tradicionales, ya que se obtienen cortes instantáneos del modelado de la estructura.

Se pueden crear elementos estructurales como vigas, viguetas, losas, familias y muros inteligentes y representarlas gráficamente en 2D y 3D y en varios niveles de detalles. El termino familia es la capacidad de un elemento para tener diferentes tipos definidos, cada elemento con forma y tamaño diferente.

Se pueden observar las incompatibilidades en el modelado de los elementos y así proceder a identificarlas estas incompatibilidades para su posterior verificación.

3.3.4. Revit Architecture

Este software es diseñado especialmente para construir modelos de información (BIM), ayuda a los arquitectos desde la etapa inicial, desde un diseño conceptual hasta el desarrollo de los dibujos y programas detallados de construcción para lograr un diseño eficiente, además incorpora un motor de modelado y dibujo que facilita el diseño al representar un trabajo con una vista tridimensional, para la realización de tareas posteriores, mejor coordinación y calidad en las fases de los proyectos.

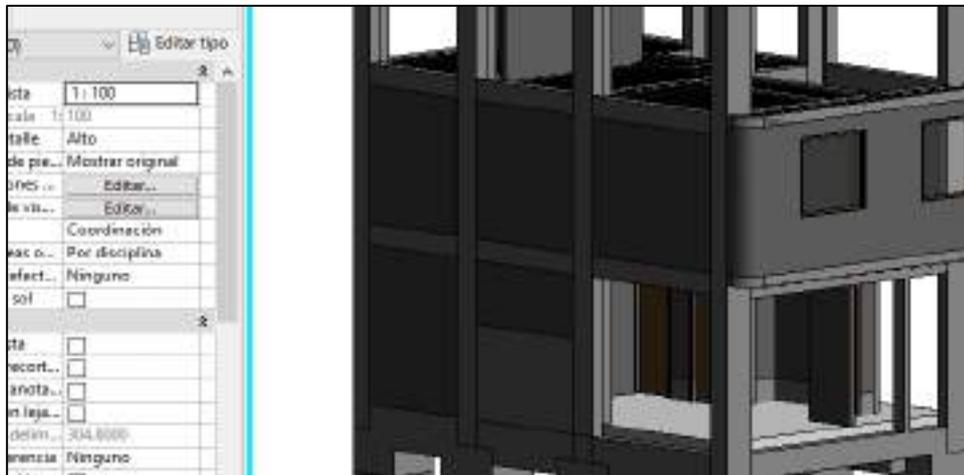


Figura 3. Modelamiento de lo arquitectónico.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Características del Revit Architecture

El software Revit cuenta con herramientas para diseñar un edificio desde su conceptualización hasta la planimetría de la construcción, abarca la realización de muros, pisos, cubiertas etc. También, realiza un estudio volumétrico mediante masas, para el cálculo de áreas por pisos con texturas, materiales y colores.

Cualquier variación que se tenga en el modelo 3d, el software Revit Architecture almacena toda la información y los cambios que se hagan originará de manera inmediata cambio en todo el modelo de la edificación.

Las familias dentro del Revit tienen un sistema gráfico abierto a los componentes paramétricos para conjuntos elaborados que son partes elementales en la construcción, así como muros y lo más detallado posibles.

Se pueden observar las incompatibilidades en el modelado de los elementos estructurales y así proceder a identificarlas estas incompatibilidades para su posterior verificación.

Los diferentes equipos pueden laborar de manera simultánea en la realización de la edificación y el programa Revit administrará todas las modificaciones añadidas.

3.3.6. Ventajas del Revit Architecture y Structure

Rojas (2019) indica que se realiza una pre-construcción digital de la edificación a realizar, el cual sacaremos los datos necesarios más adelante para el desarrollo de los presupuestos, la cantidad de materiales, la notificación y aprendizaje del proyecto de la edificación.

Entre los especialistas y el equipo del diseño se desarrolla el intercambio de información, para consultar dudas o cambios del proyecto, es por eso que debe haber una comunicación clara y concisa.

Visualización completa de la estructura y arquitectura del proyecto de manera tridimensional para tener un mejor control de los detalles y así proceder luego a la fase de construcción en base al modelado de la edificación.

Permite tener una integración de todas las especialidades a ejecutar en un solo modelamiento durante la etapa de pre-construcción, es decir, en la fase de diseño, también permite un ahorro de tiempo mediante el análisis de incompatibilidades antes de hacer la construcción.

Analizando el modelado 3D se podrá controlar y planificar su proceso de construcción del proyecto, por su capacidad de brindar una visualización en tres dimensiones.

3.4. Procedimiento de la implementación BIM usando el software Revit

Ante todo, debemos analizar la edificación, mediante una reunión con el equipo para tomar decisiones hasta qué punto se desea dibujar, es decir, puede existir un modelado desde lo más básico hasta uno complejo con detalles de la estructuras y arquitectura a aplicar.

Luego, procederemos a recopilar los documentos importantes para la realización de la edificación, como los planos de las especialidades enviadas a dibujar y especificaciones técnicas. Este proceso es de suma relevancia, ya que si no se toma en cuenta algún dato ocasionaría un modelado en tres dimensiones inexacto del proyecto, el cual, en vez de obtener una mejora, sería un problema complicado para la fase que sigue a diseño que es la de construcción, por lo tanto, generaría aumento de costo y tiempo.

Para ello, abriremos en primer lugar el software Revit que se observa en la Figura 4, luego escogeremos la plantilla respectiva, la cual puede ser de arquitectura o estructuras, asimismo, modificaremos el sistema de medidas para desarrollar el modelado del proyecto.

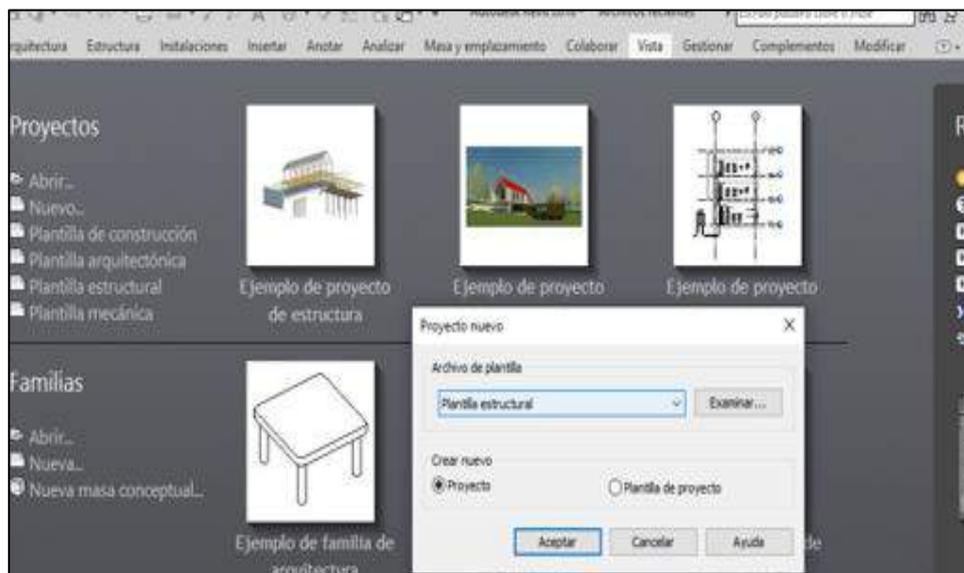


Figura 4. Uso de la plantilla Revit

Fuente: Elaboración propia.

Al comenzar, hay que recordar siempre que el modelado se trata de una antesala a la construcción de la edificación, es decir su dibujo es mediante un proceso como si se estuviera realizando una verdadera construcción.

Antes del modelado, se tiene en cuenta, el dibujo de los ejes en cada nivel como se observa en la Figura 5, y se ubicarán los niveles correspondientes como se aprecia en la Figura 6. Posteriormente, se detallará el modelado de acuerdo a las especialidades a analizar.

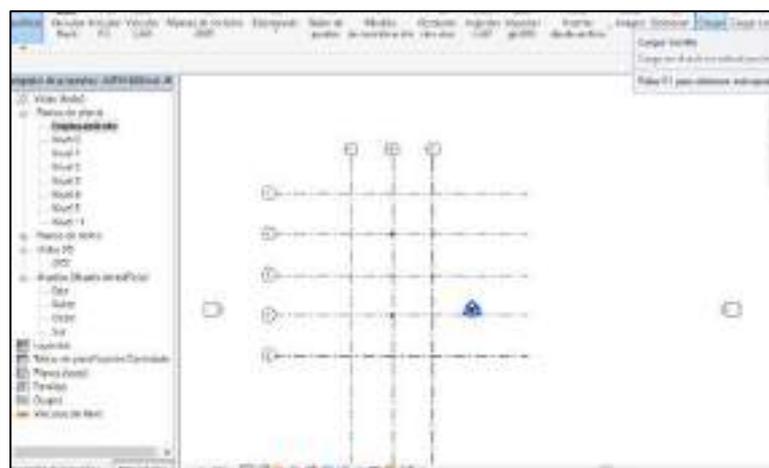


Figura 5. Colocación de ejes principales y secundarios.

Fuente: Elaboración propia.

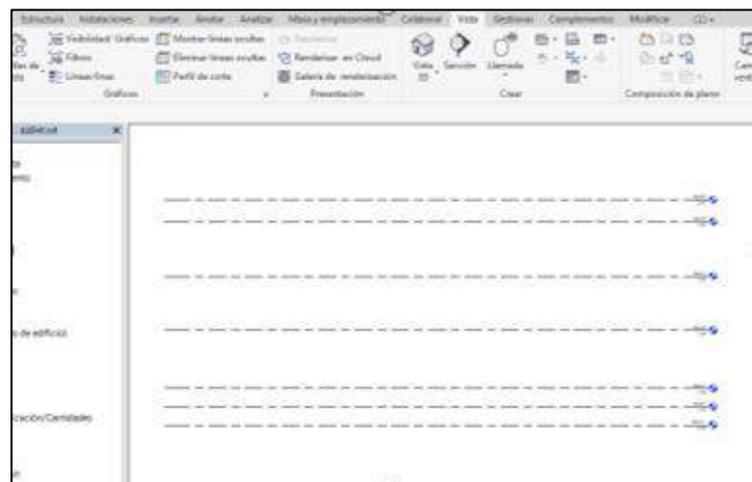


Figura 6. Colocación de niveles del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Elaboración del Modelo BIM Estructuras (3D)

Para la elaboración del modelado se debe tener en cuenta los elementos estructurales del proyecto, por ello se tiene lo siguiente:

A) Modelado de Cimentaciones y Zapatas:

El modelado, partiendo de la cimentación, se realizó teniendo en cuenta, los datos de los planos como los valores brindadas en la estructura y las especificaciones propias de cada elemento.

Según Miñín (2018) manifiesta que el Revit posee comandos denominados crear familias, esto garantiza que el dibujo en el programa sea más rápido y sencillo, asimismo, hay casos donde no se sirven para diseños no establecido, por el cual, el dibujo a los elementos se hará de forma propia. En la Figura 7 se observa el modelado de los 3 tipos de cimentaciones y zapatas que se encuentra en la parte inferior de la edificación analizada, es decir debajo del primer nivel.

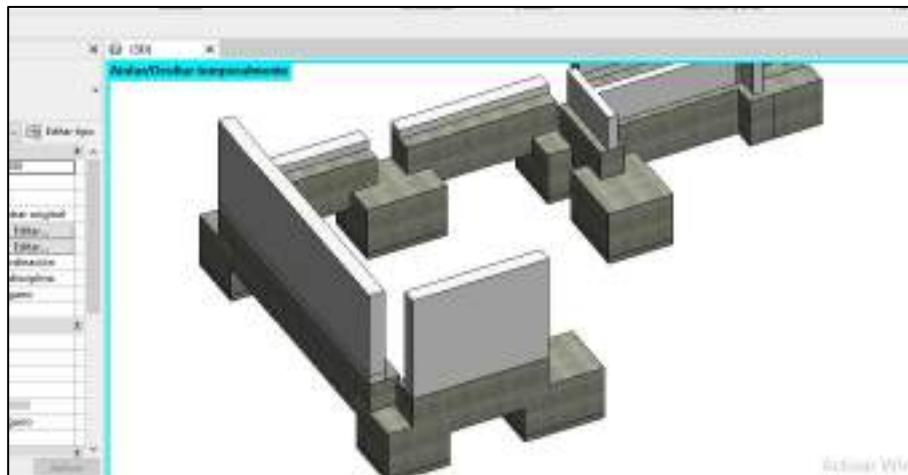


Figura 7. Modelamiento de las cimentaciones y zapatas del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se procede a la modelación de las cimentaciones y zapatas de concreto la parte de los refuerzos estructurales de acero como se observa en la Figura 8, para eso se debe tener en cuenta las dimensiones de los aceros de refuerzo, ya que puede ser de diferente dimensión desde el más mínimo hasta un máximo.

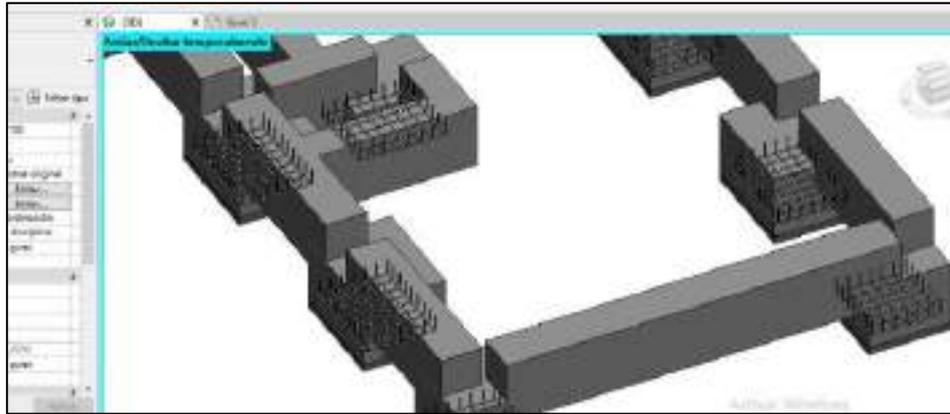


Figura 8. Modelamiento del acero de las cimentaciones y zapatas del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

B) Modelado de Columnas y Vigas:

Se tiene el modelado, cuyas familias predeterminadas pueden cambiarse a decisión propia, también se recomienda tener claro la distancia de espaciamiento tanto vigas como columnas, de acuerdo a lo que dice en el plano a evaluar, en este caso la empresa Redcom Ingenieros presenta 4 tipos de columnas, entre ellas columnas en forma L y T y diferentes tipos de vigas como peraltadas, chatas en todos los 5 pisos, a continuación, se observa la Figura 9.

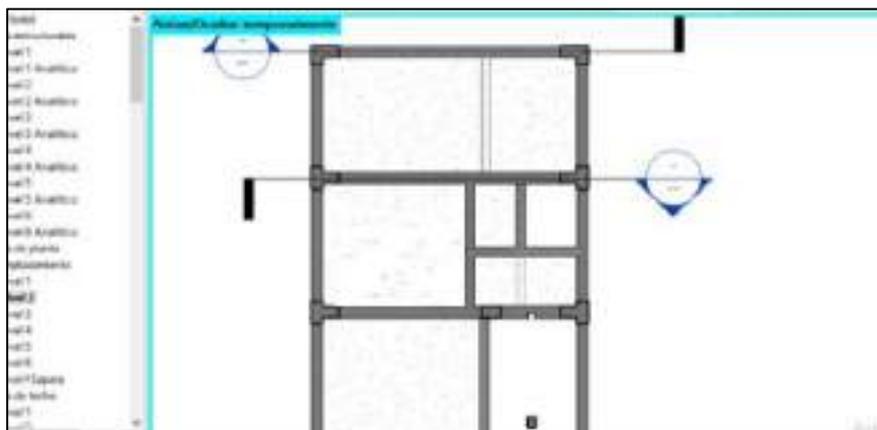


Figura 9. Modelamiento de las columnas y vigas del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se procede a la modelación de las columnas y vigas de concreto la parte de los refuerzos estructurales de acero como se observa en la Figura 10, para eso se

debe tener en cuenta las dimensiones de los aceros de refuerzo, ya que puede ser de diferente dimensión desde el más mínimo hasta un máximo.

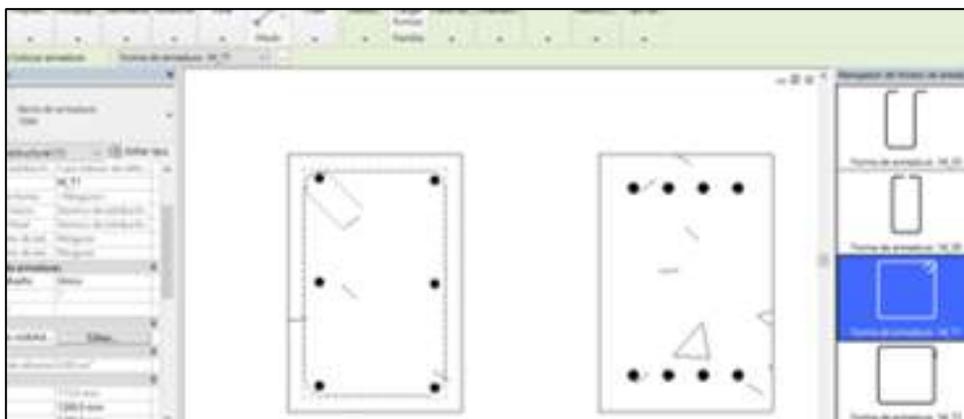


Figura 10. Modelamiento del acero de las columnas y vigas del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

C) Modelado de Losas

En el modelado necesitamos tener las dimensiones para colocarlas en la familia, mediante el comando “Suelo” colocaremos el ancho, largo y espesor de cada paño de losa, y en qué nivel se sitúa, asimismo, se colocará los aceros de refuerzo, según la edificación se tiene losas aligeradas de 20 cm en el primer, segundo, tercero, cuarto y quinto piso, a continuación, se ve la Figura 11.

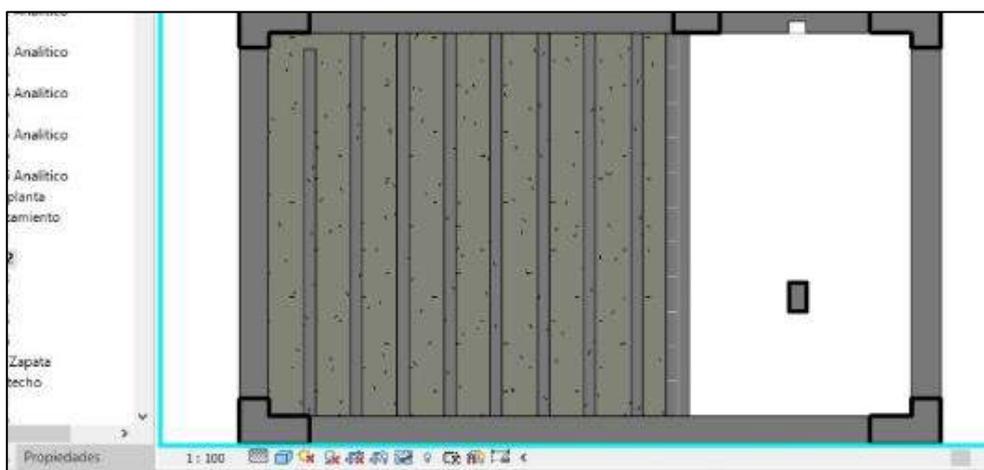


Figura 11. Modelamiento de la losa del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

D) Modelado de Ladrillo de Techos

El modelado es necesario, ya que se ubica dentro de la losa, sus dimensiones se sacan de las especificaciones del plano estructural de la edificación multifamiliar de 5 pisos, en la Figura 12 se observa el ladrillo de 30cm de ancho.

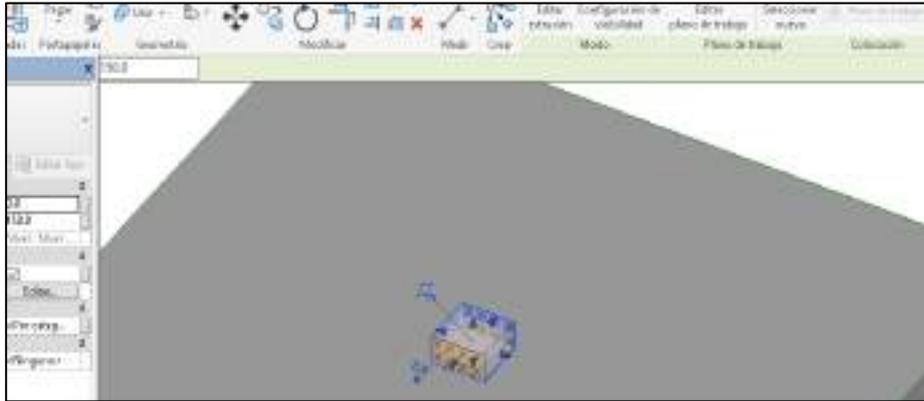


Figura 12. Modelamiento del ladrillo de techo del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 13, se aprecia cómo está distribuido cada ladrillo en filas en la losa aligerada correspondiente, separadas por viguetas. Este proceso se hará en todos los niveles, asimismo, se procede a realizar la parte de los refuerzos estructurales de acero como se observa, para eso se debe tener en cuenta las dimensiones de los aceros de refuerzo.

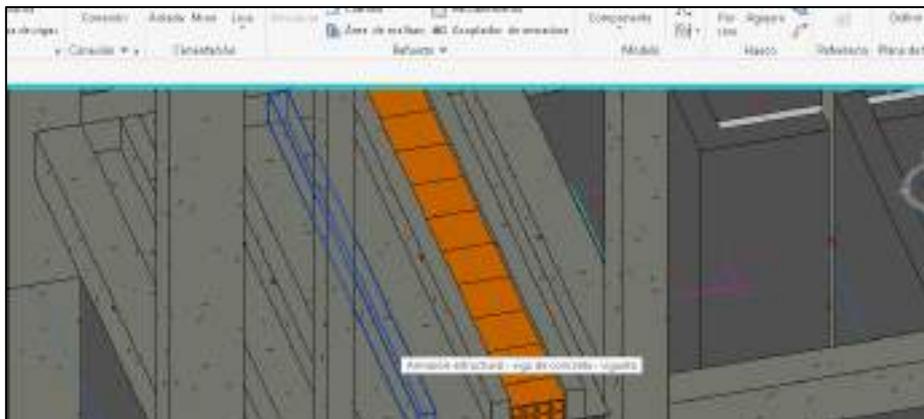


Figura 13. Modelamiento del techo del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Elaboración del Modelo BIM Arquitectura (3D)

Para la elaboración del modelado se debe tener en cuenta el Revit, para ello se utiliza la plantilla de arquitectura, además, las dimensiones y la distribución de ambientes se deben tener en cuenta y estar detallado en los planos. Para la elaboración del modelado se tuvo en cuenta los elementos arquitectónicos del proyecto de edificación multifamiliar de 5 pisos de la empresa Redcom Ingenieros, por ello se tiene lo siguiente:

A) Modelado de Pisos

Este modelado tiene un método igual a otros modelados, en primer lugar, escogemos la plantilla, luego se puede importar el plano, para que nos ayude como referencia y se haga el modelado, en este caso no se hizo eso.

Según Ybañez (2018) señala que con el comando “Suelo” se obtiene el elemento donde se modificará las dimensiones como el ancho, largo, espesor y el nivel donde se sitúa, entre otros, este proceso se realiza en los 5 niveles del proyecto de la edificación multifamiliar.

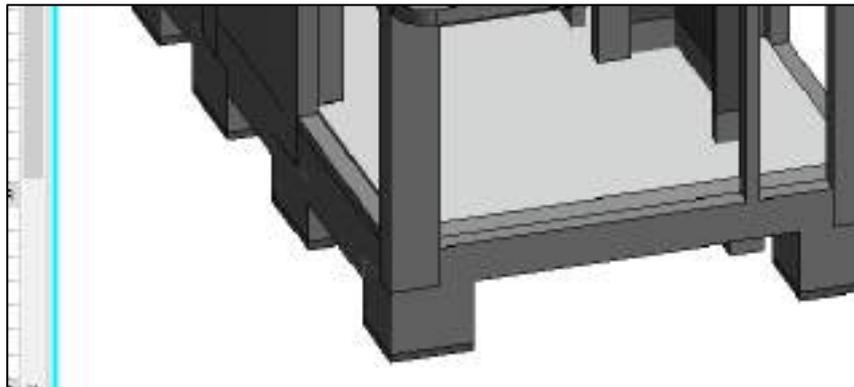


Figura 14. Modelamiento del piso del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

B) Modelado de Muros

Estos muros son modelados con el comando muro de la plantilla arquitectónica, de fácil trazado y edición, en esta edificación se aprecia muros de 15cm y de 25cm, el

proceso se realiza en cada ambiente a lo largo de toda la edificación, dejando huecos para sus respectivas ventanas y puertas de los ambientes que se colocará en todos los niveles de la edificación multifamiliar de la empresa Redcom Ingenieros.

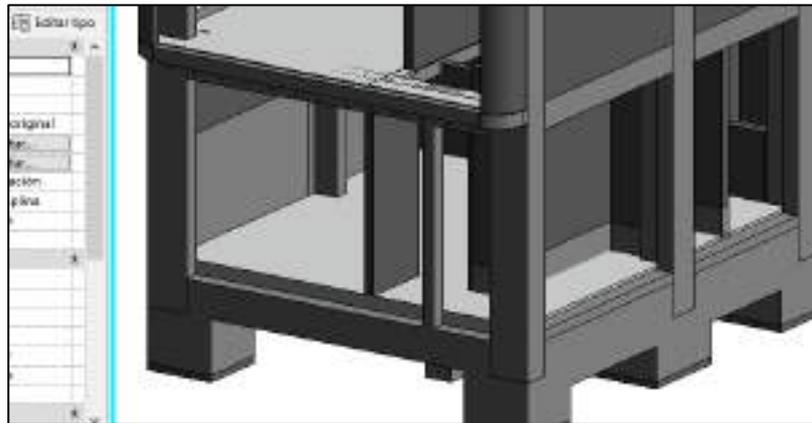


Figura 15. Modelamiento de los muros del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

C) Modelado de Ventanas y Puertas

El modelado para ventanas se hace después de haber dejado huecos en los muros de 15cm que presenta cada piso, se tienen ventanas bajas y ventanas altas si se trata de ambientes como el baño. Al igual que las ventanas, se procede la realización de las puertas de diferente dimensión en todos los niveles de la edificación multifamiliar de la empresa Redcom Ingenieros.



Figura 16. Modelamiento de ventanas y puertas del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

D) Modelado de las Escaleras

Por último, se procede al modelado de escaleras, para eso utilizamos un comando que es editable, ya que se modifica de acuerdo a las dimensiones de los pasos, contrapasos y criterios especificados en el plano.

Se debe tener en cuenta la altura del piso para modelar el elemento, para garantizar un buen dimensionamiento y facilitar el encaje entre los pisos.

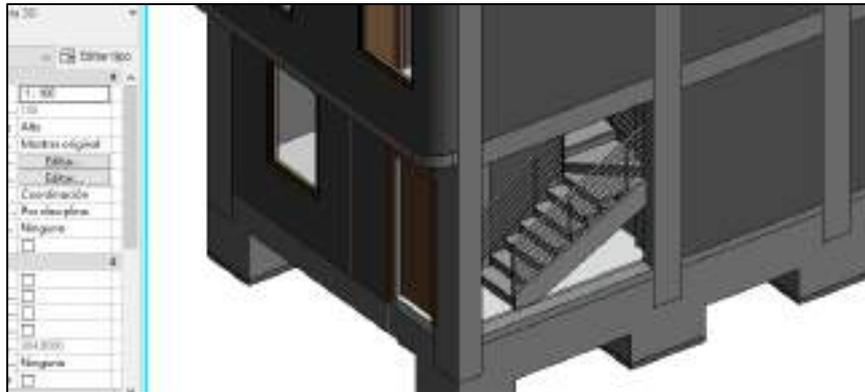


Figura 17. Modelamiento de la escalera del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis del Software Revit

3.5.1. El origen de las incompatibilidades

La compatibilización en cada especialidad para el diseño de las edificaciones es fundamental en el BIM. Según Martínez (2019) manifiesta que se proporcionan soluciones óptimas y se obtienen los planos compatibilizados con la detección temprana de conflictos e interferencias, por el cual analizar la edificación en la etapa de diseño permite tener un amplio grado de certidumbre en su desarrollo, posteriormente generaría cambios menores a lo que estaba antes y por tanto los adicionales y ampliaciones de tiempo serán mínimos.

Según Farfán y Chavil (2016) señala que los aportes de la aplicación BIM en los proyectos son abundantes, el cual muchos no aceptan aun un cambio de metodología mediante planos 2D, es decir, no emplean un programa diferente al CAD, el cual es

algo ventajoso en el procedimiento de los proyectos del sector constructivo, porque presentará innovación.

El sencillo levantamiento tridimensional del proyecto es muy necesario en el diseño, ya que es ahí donde se pueden identificar los problemas, asimismo, planificar su construcción, y reconocer las incompatibilidades que existen en las especialidades de la edificación: arquitectura, estructura, instalaciones, también ayuda en la etapa de construcción posteriormente.

Además, el uso del software del Revit ayuda a plasmar todos los datos del proyecto de la edificación mediante un dibujo 3D, que va desde el diseño hasta su construcción real, para que los especialistas en sus áreas trabajen con un modelo único identificando deficiencia, errores, incompatibilidades en sus especialidades respectivas. Las incompatibilidades encontradas en la empresa Redcom Ingenieros para la edificación multifamiliar de 5 pisos, surgieron en el tipo de incompatibilidad propia de la especialidad de arquitectura y estructuras, también entre especialidades y algún error de diseño.

De los resultados se podrá identificar el tipo de incompatibilidad implementando la metodología BIM 3D en la edificación, que surgirá de los problemas que ocasione los elementos de las diferentes especialidades. A continuación, se observa en la Tabla 2 lo siguiente:

Tabla 2. *Tabla de tipos de incompatibilidades*

Nº	Tipo de Incompatibilidad	Descripción
1	Interferencia propia especialidad	Anteposición de elementos en cada especialidad a hallar.
2	Interferencia entre especialidad	Superposición de elementos entre diferentes especialidades.
3	Error en el diseño	El plano posee la información, pero no tiene sentido con el resto del plano.

Fuente: Ybañez, J., 2018

3.5.2. Proceso de la Identificación de incompatibilidades

El sector constructivo está en la búsqueda de buenos métodos que ayuden a la mejora del día a día en su área a desarrollar, el cual se implementará una metodología óptima basada en la realización del dibujo que es una antesala de la construcción final de la edificación, es decir, continuando los pasos correctos y consecutivos como si se tratara de un levantamiento real. Es por eso, que procedemos a analizar en primer lugar la estructura, posteriormente a arquitectura en la edificación de la empresa de Redcom Ingenieros., donde no terminen interceptándose respectivamente, al contrario, se conecten formando una unidad lógica, si en caso se encontrara interferencias entre una o más elementos en la identificación, es decir, no funciona como se tenía planeado, pasamos a verificar cómo se origina cada error para su posterior solución. A continuación, definiremos los pasos que se deben tener en cuenta con la existencia de incompatibilidades.

1. Identificación

Actualmente, en el Perú por la escasez de recursos innovadores y ser de poca importancia esta índole, no contamos con una guía normada que indique detalladamente la secuencia adecuada para la búsqueda de incompatibilidades, pero se cuenta con un equipo de expertos por especialidad en cada empresa del sector constructivo encargada de la realización en sus distintas etapas de proyectos.

Según Cámac (2015) sostiene que en nuestro país se viene realizando charlas de formación por medio de talleres y ceremonias para público en general que quieren aprender, analizar y aplicar la metodología en cualquier edificación de ámbito constructivo, gracias al comité BIM porque se encarga de su desarrollo, propagación y normalización.

Primero realizamos la búsqueda de las incompatibilidades, el cual pasamos a la captura de una o varias imágenes en el proyecto para encontrar y entender de forma rápida, efectiva y fácil las fallas detectadas por el profesional o equipo implicado, siempre y cuando sea necesario.

Después, distribuiremos los errores encontrados en las especialidades analizadas de acuerdo al tipo de incompatibilidades referentes a cada una, también entre ellas y si hay error de diseño.

Hay que rescatar tener una secuencia para la ubicación de interferencias sea tanto para estructuras como arquitectura, debido a que estas interferencias se dan entre varias especialidades en la realización de proyectos y al no contar con un orden en la información puede atrasarnos en la realización del proyecto.

2. Archivado

Después de la selección de los planos implicados como debe ser, procedemos a colocar ordenadamente en la computadora la carpeta con las incompatibilidades, el cual se vaciará la información respectiva como imágenes. Cada una deberá presentar la exposición resumida de que trata el problema y el día, así como la información de imágenes respectiva. Por lo tanto, el resultado será un registro conciso, entendible y en orden con información relevante de las interferencias de las especialidades de estructuras y arquitectura que se analizará cuando se realice el diseño del proyecto de edificación

3. Registro y solución

Cámac (2015) señala que, almacenando la información importante, pasamos a archivarlas, después por medio del correo nos dirigiremos a los especialistas que se han involucrado y se resumirá, solo si es necesario, la información de las incompatibilidades, también se añadirá la información de imágenes en la mejora de su interpretación, posteriormente de que envíen la solución mediante los especialistas, se guardará para su posterior actualización en una carpeta nueva.

4. Corrección del modelado en Revit

Finalmente, se reciben los planos solucionados y con el informe nuevo cambiaremos el dibujo en Revit para observar que no haya incompatibilidades y así repetitivamente se irá realizando el diseño de la edificación.



Figura 18. Proceso de identificación de incompatibilidades.

Fuente: Adaptado de Cámac L., 2015

En este caso la empresa Redcom Ingenieros, tuvo en cuenta la identificación de incompatibilidades de la edificación multifamiliar de 5 pisos solo usando planos Cad y también implementando la metodología BIM 3D para tener un desarrollo óptimo del proyecto en la etapa de diseño.

3.5.3. Niveles de impacto de incompatibilidades de las especialidades

La identificación de incompatibilidades que se encuentren en la compatibilización de especialidades y aplicando la Metodología BIM 3D serán distribuidos de acuerdo al nivel de impacto que causen o generen en el proyecto de la empresa debido a esa incompatibilidad que se encuentren en los planos y entre ellas, a continuación, se observa en la Tabla 3 lo siguiente:

Tabla 3. *Tabla de Incompatibilidades por Impacto*

Impacto	Descripción
Grave	Información incorrecta o incompatible que ocasiona retrabajos de gravedad altamente perjudicial en el proyecto.
Moderado	Información incorrecta o incompatible que ocasiona retrabajos de gravedad en el proyecto.
Leve	Falta de información en los planos que causa demoras por tiempo de respuesta.

Fuente: Ybañez, J., 2018

IV. ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADO

La edificación que se analizó en la empresa Redcom Ingenieros se trata de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, ubicada en San Juan de Lurigancho, el cual se tomó en cuenta la recaudación de los planos de la edificación (estructuras y arquitectura) para inspeccionar los datos técnicos que ayudaran a la elaboración del modelado BIM. Para la aplicación de una metodología nueva se tuvo en cuenta que los resultados explicados en la Tabla 4 sobre la identificación de incompatibilidades por solos planos Cad es menos rigurosa, menos detallada y poco exacto, como se verá a continuación, ya que no implica el hacer un modelado 3D como el BIM.

Es por eso, para mejorar la compatibilización de especialidades bajo el método de Cad en el diseño de la edificación en la Empresa Redcom Ingenieros nos basamos en los resultados de la Tabla 5, donde observamos el análisis bajo la metodología BIM 3D en el año 2019.

MÉTODO DE PLANOS CAD

Tabla 4. *Incompatibilidades identificadas mediante Planos Cad*

 REDCOM Ingenieros	INCOMPATIBILIDADES		
	E ESPECIALIDAD	CANTIDAD	%
Estructuras	5	33.33	%
Arquitectura	10	66.67	%
TOTAL	15	100	%

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene la Tabla 4, donde observamos 15 incompatibilidades en total con la identificación mediante solo planos realizados con CAD, el cual 5 fueron ubicadas en los planos de la especialidad de Estructuras y 10 pertenecen a la especialidad de Arquitectura.

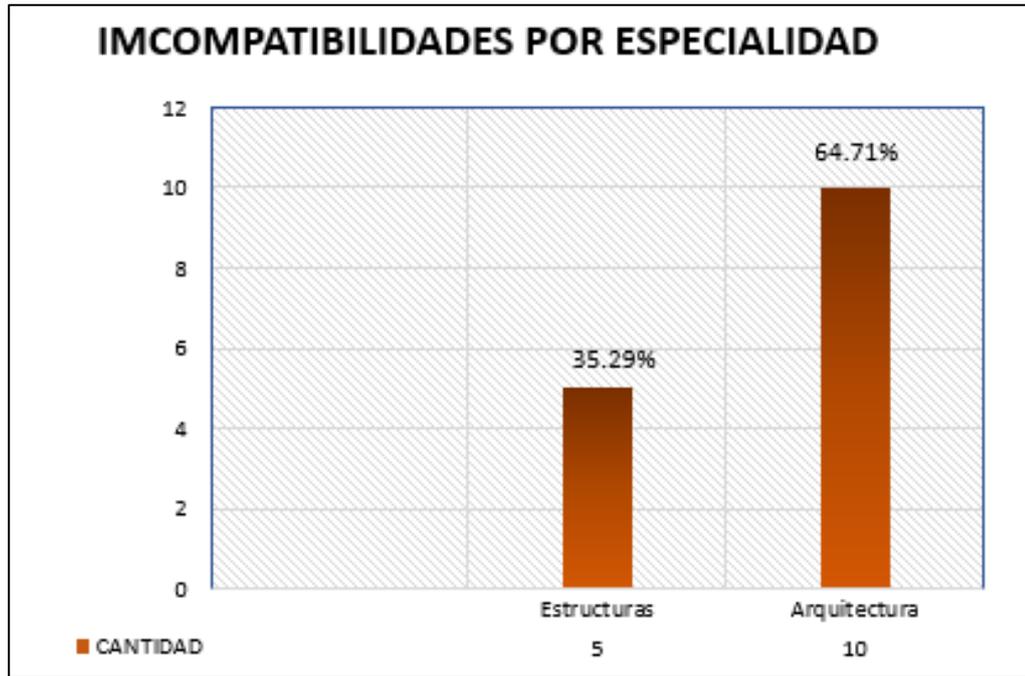


Figura 19. Gráfico de Incompatibilidades de acuerdo a las especialidades.

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene la Figura 19, donde observamos un total de 100% de esas especialidades, el cual el 35.29% de incompatibilidades pertenecen a la especialidad de Estructuras (EST) y en mayor porcentaje con 64.71% a la especialidad de Arquitectura (ARQ).

IMPLEMENTANDO BIM

Tabla 5. Número de incompatibilidades identificados con BIM

	INCOMPATIBILIDADES	
	ESPECIALIDAD	CANTIDAD
Estructuras	14	42.42 %
Arquitectura	19	57.58 %
TOTAL	33	100 %

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene la Tabla 5, donde observamos 33 incompatibilidades en total con la identificación mediante la metodología BIM 3D, el cual 14 de ellos fueron encontradas en los planos de la especialidad de Estructuras y 19 pertenecen a la especialidad de Arquitectura.

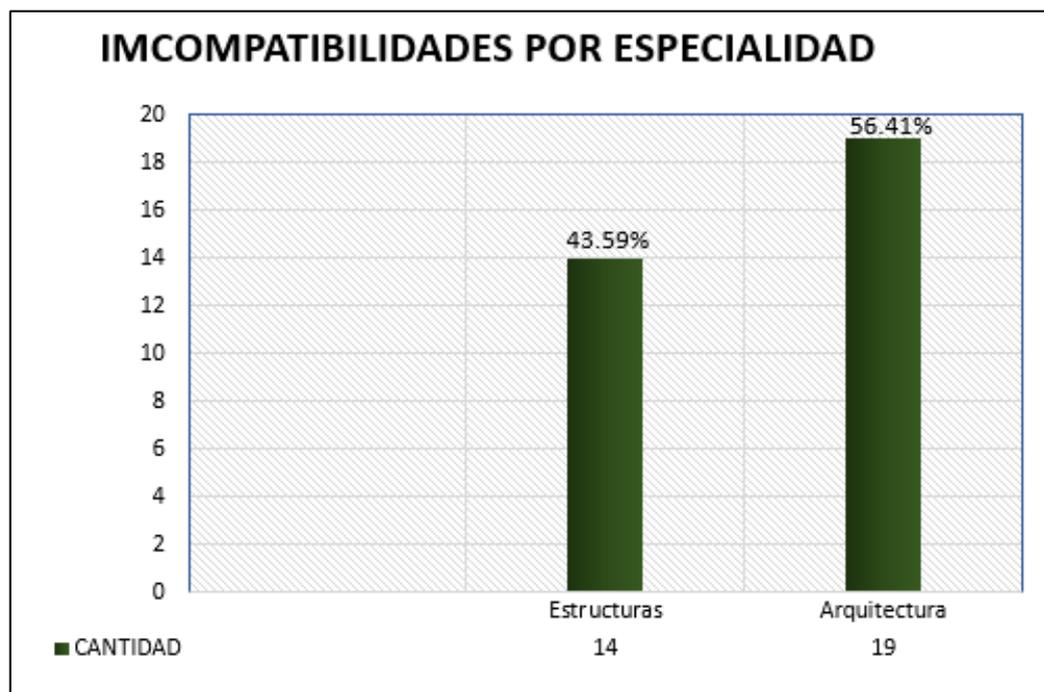


Figura 20. Gráfico de Incompatibilidades de acuerdo a las especialidades, según BIM.

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene la Figura 20, donde observamos un total de 100% de esas especialidades que el 43.59% de incompatibilidades con BIM pertenecen a la especialidad de Estructuras (EST) y en mayor porcentaje con 56.41% a la especialidad de Arquitectura (ARQ), hubo una diferencia notoria entre ambos métodos.

En la compatibilización de especialidades en el diseño de la edificación de 5 pisos de la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019 implementando la metodología BIM 3D, hubo una identificación de incompatibilidades óptima, eficaz y más precisa ya que se identificaron incompatibilidades un poco más del doble a diferencia del método con la identificación de incompatibilidades mediante planos Cad, logrando el objetivo.

En la edificación de vivienda multifamiliar de 5 pisos se identificaron los tipos de incompatibilidad en la compatibilización de especialidades en el diseño, aplicando metodología BIM 3D en el año 2019, las incompatibilidades son de diferente tipo, tenemos el tipo interferencias propias de cada especialidad, el tipo interferencias entre especialidades y el tipo de error de diseño. A continuación, se visualiza la Tabla 6 con los siguientes resultados de acuerdo al tipo:

Tabla 6. *Tipos de incompatibilidades, identificados con BIM*

TIPO DE INCOMPATIBILIDAD				
	Estruct.	Arq.	TOTAL	%
1. Interferencia propia de especialidad	14	19	33	73.33 %
2. Interferencia entre especialidades	9		9	20.00 %
3. Error en el diseño	1	2	3	6.67 %
TOTAL DE ERRORES			45	100 %

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 6, se identificó lo siguiente:

- En la especialidad de Arquitectura se encontraron 19 incompatibilidades y en Estructuras fueron 14 incompatibilidades, es decir son 33 incompatibilidades propias de especialidad.

- Entre las especialidades de Estructuras y Arquitectura solo 9 incompatibilidades fueron por interferencia entre especialidades.

- En la especialidad de Arquitectura tuvieron como resultados 2 incompatibilidades y en la especialidad de Estructuras es 1 incompatibilidad, por el tipo de error de diseño.

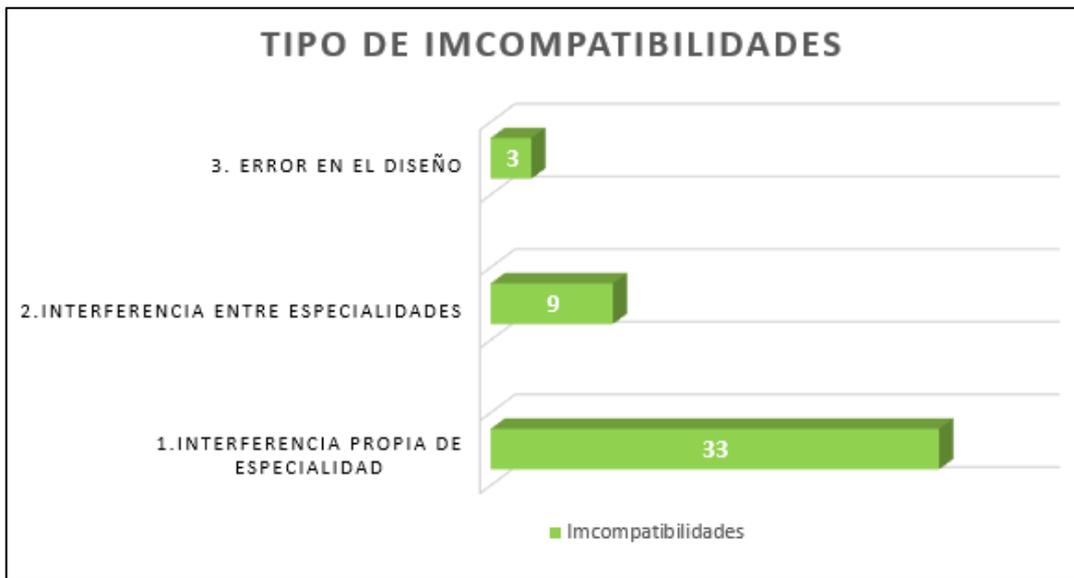


Figura 21. Gráfico de tipo de incompatibilidades.

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene la Figura 21, donde observamos: el 73.33% (33 incompatibilidades) son por interferencias propias de especialidad en casos, por la anteposición de elementos, el 20 % (9 incompatibilidades) se debe a las interferencias entre especialidades (estructuras y arquitectura) donde la superposición de elementos se da entre especialidad y el 6.67% (3 incompatibilidades) es por los errores en el diseño. Se tiene la Figura 22 como ejemplo de tipo de incompatibilidad que se encontró entre especialidades.



Figura 22. Dibujo del muro que sobrepasa en 5cm a columna.

Fuente: Elaboración Propia.

En la edificación multifamiliar de 5 pisos se identificaron niveles de impacto en la compatibilización de especialidades en el diseño, aplicando metodología BIM 3D en el año 2019, el cual los niveles de impacto son los siguientes: tenemos de nivel de impacto leve, moderado y grave para cada especialidad y si vincula a ambas especialidades. A continuación, se visualiza la Tabla 7 con los siguientes resultados de acuerdo al nivel:

Tabla 7. *Incompatibilidad por impacto, identificados con BIM*

	IMCOMPATIBILIDAD POR NIVEL DE IMPACTO				
	IMPACTO	Estruct.	Arq.	Estr./ Arq.	TOTAL
LEVE	2	3	2	7	15.56 %
MODERADO	13	14	6	33	73.33 %
GRAVE	2	2	1	5	11.11 %
TOTAL	17	19	9	45	100 %

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 7, se identificó lo siguiente:

Se observó que de 45 (100%) incompatibilidades , tenemos un 73.33% (33) incompatibilidades, denominadas de nivel de impacto “Moderado”, ya que las interferencias producen retrabajos de gran magnitud en la edificación, siendo uno de los 3 niveles que posee un mayor porcentaje, es decir el que tiene mayor cantidad de incompatibilidades, el 15.56% (7) incompatibilidades son de nivel de impacto “Leve” debido a la falta de información en el cual causa retrasos en la edificación por problemas de respuesta y tenemos un 11.11% (5) incompatibilidades, denominadas de nivel de impacto “Graves”, es decir producen retrabajos de gravedad altamente perjudicial en la edificación.



Figura 23. Gráfico por nivel de impacto.

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene la Figura 23, donde observamos que el nivel leve presenta 15.56 %, el nivel de impacto grave presenta 11.11% y el nivel de impacto moderado presenta 73.33%, siendo uno de los 3 que tiene el porcentaje mayor.

El presupuesto del proyecto sin haber identificado las incompatibilidades es:

Tabla 8. Costo de la edificación sin incompatibilidades.

EDIFICIO VIVIENDA MULTIFAMILIAR		
RESUMEN DE PRESUPUESTO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (S/.)
1	ESTRUCTURAS	125292.90
2	ARQUITECTURA	117360.39
COSTO DIRECTO		242653.29
GASTOS GENERALES (10%)		24265.33
UTILIDAD (10%)		24265.33
SUB TOTAL		291183.95
IGV (18%)		52413.11
TOTAL		343597.06

Fuente: Elaboración Propia.

Son: Trescientos cuarenta y tres mil con quinientos noventa y siete con 6/100 soles.

De las incompatibilidades obtenidas a continuación en la Tabla 9, se podrá visualizar el presupuesto aproximado por nivel de impacto en las especialidades.

Tabla 9. Costo aproximado de incompatibilidades.

PRESUPUESTO DE INCOMPATIBILIDADES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (S/.)
LEVE	ESTRUCTURAS	109.48
	ARQUITECTURA	102.83
MODERADO	ESTRUCTURAS	1067.56
	ARQUITECTURA	1374.66
GRAVE	ESTRUCTURAS	586.58
	ARQUITECTURA	1124.50
COSTO DIRECTO		4365.60

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10. Costo del proyecto + incompatibilidades

EDIFICIO VIVIENDA MULTIFAMILIAR		
RESUMEN DE PRESUPUESTO TOTAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (S/.)
1	PROYECTO	242653.29
2	INCOMPATIBILIDADES	4365.60
COSTO DIRECTO		247018.89
GASTOS GENERALES (10%)		24701.89
UTILIDAD (10%)		24701.89
SUB TOTAL		296422.67
IGV (18%)		53356.08
TOTAL		349778.75

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 8, observamos el presupuesto de obra inicial sin ser aplicado BIM, asimismo, observamos el presupuesto de las incompatibilidades identificadas con BIM como se observa en la Tabla 9, el cual tendría que adicionarse al presupuesto inicial (Tabla 10) para verificar el nivel de impacto que generará en el proyecto causando S/.4365.60 de más cuando se realice la obra.

En la edificación de vivienda multifamiliar de 5 pisos se aplicó la metodología BIM 3D en la compatibilización de estructuras en la etapa de diseño en el año 2019, esta aplicación se realizó para identificar las incompatibilidades y son acompañadas por una información visual para su entendimiento en caso sea necesario. A continuación, se visualiza la Tabla 11 con los siguientes resultados:

Tabla 11. *Incompatibilidad en estructuras, identificados con BIM*

	N° INCOMPATIBILIDADES
Especialidad	Estructuras
Cantidad	14

Fuente: Elaboración Propia.

Además, se observa la Figura 24 el modelado final de la estructura de la edificación multifamiliar de 5 pisos, teniendo en cuenta los elementos estructurales.

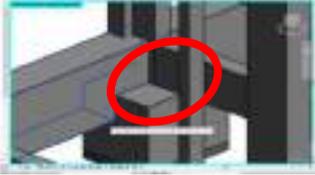
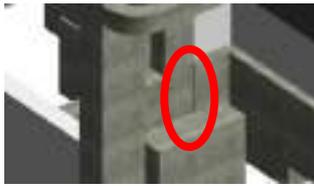
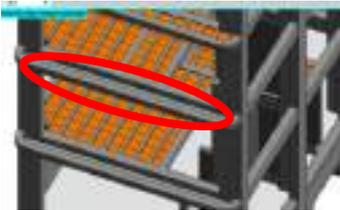


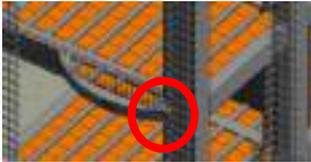
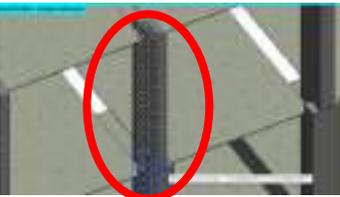
Figura 24. Modelado 3D con Revit de la estructura.

Fuente: Elaboración Propia.

Las incompatibilidades que se identificaron en estructuras, se procedieron al análisis, para un posterior registro de las mismas, acompañados de información visual. A continuación, se visualiza la Tabla 12 con los siguientes resultados:

Tabla 12. Incompatibilidades detalladas de estructuras, aplicando BIM

	N°	N° PISO	DESCRIPCIÓN	IMÁGENES	ESPECIALIDAD RESPONSABLE
LEVES	1	Debajo del 1er Piso	El cimiento corrido 1 sobrepasa unos 7cm de la columna 2.		Estructura
	2	Debajo del 1er Piso	La viga de cimentación V.C-1 sobresale unos 7cm con la unión de la columna C-3.		Estructura
MODERADOS	3	Debajo del 1er Piso	El sobrecimiento no está alineado a la columna 2.		Estructura
	4	2do Piso	La columna C-4 no sube hasta el tercer nivel, sino hasta el segundo.		Estructura
	5	1er y 2do Piso	El alero también es techo, hay que colocar ladrillos y viguetas.		Estructura
	6	Debajo del 1er Piso	El sobrecimiento 2 sobrepasa 13cm de la zapata 3.		Estructura
	7	2do Piso	Se procedió a cambiar la loza maciza a losa aligerada de 20cm, ya que no había muchas tuberías que pasen por ahí.		Estructura

MODERADOS	8	3ro, 4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión con la VP2 con la viga del alero semicircular.		Estructura
	9	3ro, 4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión con la VP2 con la viga del alero rectangular.		Estructura
	10	3ro, 4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión de la viga del alero semicircular con la columna 1.		Estructura
	11	4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión de la viga del alero rectangular con la columna 1.		Estructura
	12	4to y 5to Piso	Falta detalle de escalera con 18 escalones, ya que solo está el de 17 escalones.		Estructura
GRAVES	13	General	Falta detalle de los anclajes de acero de una columna T "C-2" hacia una columna rectangular "C-3".		Estructura
	14	General	Falta detalle de los anclajes de acero de una columna L "C-1" hacia una columna rectangular "C-3".		Estructura

Fuente: Elaboración Propia.

La implementación del BIM 3D para la compatibilización de la especialidad de estructuras fue completa y correcta ya que identificó el total de incompatibilidades que es de 14, el cual en la Tabla 12 se muestra la información visual de cómo se fueron registrando cada incompatibilidad de la edificación mientras se avanzaba el modelado

3d, en este caso se tiene incompatibilidades como: variación de altura de la columna, también, falta detalle de los anclajes de acero, y así sucesivamente.

En la edificación de vivienda multifamiliar de 5 pisos se aplicó la metodología BIM 3D en la compatibilización de arquitectura en la etapa de diseño en el año 2019, esta aplicación se realizó para identificar las incompatibilidades y son acompañadas por una información visual para su entendimiento en caso sea necesario. A continuación, se visualiza la Tabla 13 con los siguientes resultados:

Tabla 13. *Incompatibilidad en arquitectura, identificados con BIM*

 N° INCOMPATIBILIDADES	
Especialidad	Arquitectura
Cantidad	19

Fuente: Elaboración Propia.

Además, se observa la Figura 25 el modelado final de la arquitectura de la edificación, teniendo en cuenta los elementos como muros, ventanas, escalera, etc.

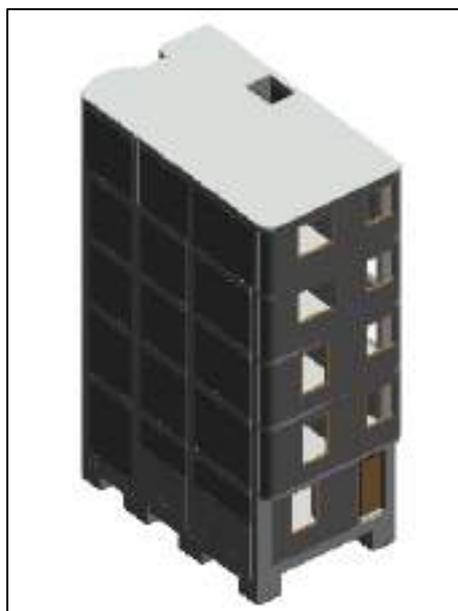


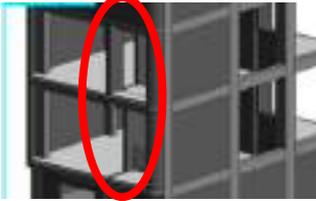
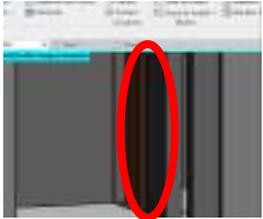
Figura 25. Modelado 3D con Revit de la arquitectura.

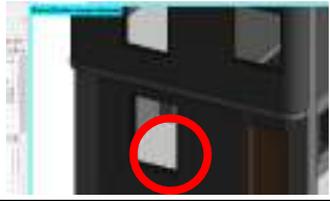
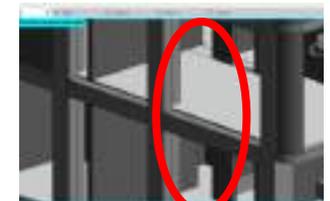
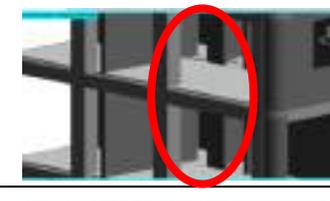
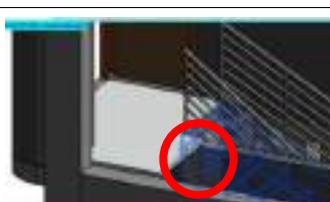
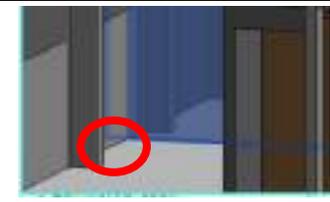
Fuente: Elaboración Propia.

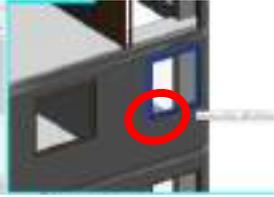
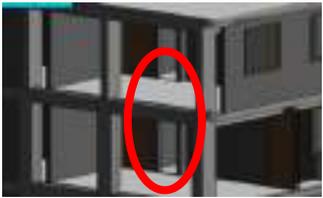
Las incompatibilidades que se identificaron en arquitectura son mayores que las incompatibilidades de estructuras, asimismo, al igual que con estructuras se procedió

al análisis, para un posterior registro de las mismas, acompañados de información visual. A continuación, en la Tabla 14 se obtuvo los siguientes resultados de la edificación:

Tabla 14. Incompatibilidades detalladas de arquitectura, aplicando BIM

	N°	N° PISO	DESCRIPCIÓN	IMÁGENES	ESPECIALIDAD RESPONSABLE
LEVES	1	4to y 5to Piso	Por aprovechar área, colocar la puerta en una misma dirección en todos los pisos		Arquitectura
	2	1er Piso	El muro del ambiente del dormitorio no choca con el piso terminado por 6cm.		Arquitectura
	3	4to Piso	La puerta 5 sobresale unos 5cm del muro del baño.		Arquitectura
MODERADOS	4	Pisos superiores al 1er Piso	Definir el uso de espacios, ya que se puede agrandar centímetros el dormitorio y recibir iluminación.		Arquitectura
	5	1ero, 2do y 3er Piso	Definir el uso de espacios, ya que se puede agrandar unos centímetros al dormitorio principal.		Arquitectura

MODERADOS	6	1ero, 2do y 3er Piso	Para aprovechar más luz, se debe ampliar la ventana 1 unos 40cm más del comedor y cocina, al tener vista a la calle.		Arquitectura
	7	1ero, 2do y 3er Piso	La puerta 3 que esta por la debe estar alineado al muro del baño, para aprovechar área.		Arquitectura
	8	4to y 5to Piso	La puerta 6 que esta por la debe estar alineado al muro del baño, para aprovechar área.		Arquitectura
	9	4to y 5to Piso	La altura del contrapaso no es similar al 1er y 2do y 3er piso		Arquitectura
	10	1er Piso	La escalera no llega al segundo piso, le falta 9cm.		Arquitectura
	11	1ero, 2do y 3er Piso	Redefinir las ventanas de la parte delantera, ya que solo tiene 70cm de alfeizer y 1.80m de altura, esto es peligroso.		Arquitectura
	12	General	El muro del eje A sobrepasa unos 7cm al otro muro perpendicular del eje 3.		Arquitectura
	13	1er Piso	El ancho del muro de la ventana del dormitorio sobresale unos 8 cm.		Arquitectura

MODERADOS	14	4to y 5to Piso	Ancho de la ventana 7 es mayor al espacio entre muros, se solicita cambiar dimensiones.		Arquitectura
	15	1ero, 2do y 3er Piso	Reducir la dimensión de la puerta 3 del dormitorio, ya que ocupa más área.		Arquitectura
	16	4to y 5to Piso	El muro de la ventana 6 sobresale unos 8cm de la ventana.		Arquitectura
	17	1ero, 2do y 3er Piso	Definir bien la altura del piso, ya que la escalera no está bien definida los escalones.		Arquitectura
GRAVES	18	1ero, 2do y 3er Piso	Ventanas altas no están definido en el cuadro de vanos.		Arquitectura
	19	1ero, 2do y 3er Piso	La puerta 2 no está definido en el cuadro de vanos.		Arquitectura

Fuente: Elaboración Propia.

La implementación del BIM 3D para la compatibilización de la especialidad de arquitectura fue completa y correcta, ya que identificó el total de incompatibilidades que es de 19, el cual en la Tabla 14 se muestra la información visual de cómo se fueron registrando cada incompatibilidad, mientras se avanzaba el modelado 3d, en este caso se tiene incompatibilidades como: el muro no alcanza el nivel del piso, también, la puerta del baño sobresale 3cm, y así sucesivamente.

V. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se implementó la metodología BIM 3D para la compatibilización de especialidades en el diseño de la edificación en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, y se concluyó que fue eficaz y más precisa, ya que con la metodología BIM se realizó un modelado en orden, primero el modelado de estructuras y luego el de arquitectura, después se procedió a la identificación de incompatibilidades en 3 dimensiones, teniendo un total de 33, a diferencia del método de identificación de planos que tuvo un total de 15 (ver tabla 5), esto se debe a tener demasiada información y solo plasmarlo en el plano Cad no se logra tener una mejor visualización por estar en dos dimensiones. Según Fonseca (2018) manifestó en su investigación que con la metodología BIM al identificar mayores incompatibilidades en el diseño influirá en la optimización de la construcción de la edificación, eliminando retrabajos, por lo tanto, se llega a respaldar esta conclusión.

En el presente proyecto se determinó los tipos de incompatibilidad que se identifican en la compatibilización de especialidades en el diseño de la edificación en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, aplicando la metodología BIM 3D, y se concluyó que fue precisa y eficaz, ya que presenta un total de 33 incompatibilidades propias de especialidad y un total de 9 incompatibilidades fueron entre especialidades, pero también tuvo una falla mínima, ya que tiene 3, por error de diseño (ver tabla 6), esto se debe a que el especialista no reguló el tiempo de la realización del plano, y por eso no llegó a modificar con la información, provocando que no haya una relación. Según Ybañez (2018) manifestó en su investigación que la menor cantidad se da por error de diseño, al ser mínima se logra un buen desarrollo con datos precisos, por lo tanto, se llega a respaldar esta conclusión.

En el presente proyecto se determinó los niveles de impacto que genera las incompatibilidades de la compatibilización de especialidades en el diseño de la edificación en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, aplicando la metodología BIM 3D, y se concluyó que fue óptima, ya que de 45 incompatibilidades, el 15.56% (7) son de impacto “Leve”, el 11.11% (5) son de impacto “Grave” siendo de menor

cantidad entre los 3 niveles de impacto, pero también tuvo una falla regular, ya que el 73.33% (33), son consideradas de impacto “Moderado” (ver tabla 7), esto se debe a que en el equipo de proyecto falta experimentarse más con este tipo de metodología BIM, asimismo, no se organizan entre ellos, ya sea por conflictos. Según Rojas (2019) manifestó en su investigación que se obtuvo mayor cantidad de incompatibilidades de impacto moderado, el cual logra a anteponerse a dificultades que generen retrabajos de gravedad, es por eso, que se llega a respaldar esta conclusión.

En el presente proyecto se aplicó la metodología BIM 3D en la compatibilización de la especialidad de estructuras en el diseño de la edificación en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, y se concluyó que fue completa, ya que identificó un total de 14, pero si nos enfocamos en cada incompatibilidad, puede ser perjudicial a la edificación, ya que tenemos algunas como: variación de altura de la columna, falta detalle de los anclajes de acero de una columna T hacia una columna rectangular, el muro perpendicular a la escalera debe llegar mismo nivel de la columna, y así sucesivamente (ver tabla 12), esto se debe a que en los planos Cad no eran elaborados constantemente, el estructural debía de adecuarse a la disposición del cliente. Según Villena (2019) manifestó en su investigación estas incompatibilidades son determinadas mediante el diseño de 3 dimensiones en el software Revit, minimizando errores al procesar la información, por lo tanto, se llega a respaldar esta conclusión.

En el presente proyecto se aplicó la metodología BIM 3D en la compatibilización de la especialidad de arquitectura en la etapa de diseño en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019, y se concluyó que fue completa, ya que identificó un total de 19, pero si nos enfocamos en cada incompatibilidad, puede ser perjudicial a la edificación, ya que tenemos algunas como: el muro del dormitorio no alcanza el nivel del piso, la puerta del baño y el muro del dormitorio sobresale 5cm, además, las ventanas presentaban un inadecuado alfeizar, y así sucesivamente (ver tabla 14), esto se debe a que había demora en la realización del modelado por falta de comunicación y el arquitecto debía de adecuarse a la disposición del empleado. Según Miñín (2018) manifestó que la cantidad mayor de incompatibilidades la tiene arquitectura, lo cual concuerda con el presente informe, por lo tanto, se llega a respaldar esta conclusión.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda para la mejora de la identificación en Cad, debido a la abundante información y visualización en dos dimensiones, tener un control especificando sobre qué información es cada archivo, los documentos deben ser manejados en orden, buena comunicación entre especialistas, los planos deben ir acompañado de una nueva metodología como el BIM que garantice la visualización real del proyecto en 3d.

Se recomienda para la falla de incompatibilidades por el tipo de error de diseño, debido a que el especialista no reguló el tiempo de la realización del plano, el cual no llegó a modificar todo el plano con su información, tener un monitoreo de cada equipo del especialista a fin de agregar un cronograma de fechas de avance antes de la entrega final del proyecto que es el plano final y así lograr con mayor rapidez lo planificado.

Se recomienda para la reducción de las incompatibilidades por el nivel de impacto “Moderado”, debido a que en el equipo de proyecto no está tan familiarizado con metodología BIM y no se organizan entre ellos, implementar más charlas de información sobre BIM, para capacitarse, asimismo, también implementar la distribución de tareas y verificar antes la licencia del programa AutoCad.

Se recomienda para la disminución de las incompatibilidades aplicando BIM 3D en la especialidad de estructuras de la edificación, debido a la mala elaboración de los planos Cad, tener una constante revisión del avance a fin de verificar si se puede continuar o hay que subsanar algo antes de la entrega final, asimismo, aumentar las fechas de reunión con el cliente para así prevenir alguna postergación.

Se recomienda para la disminución de las incompatibilidades aplicando BIM 3D en la especialidad de arquitectura de la edificación, debido a la demora de la realización modelado con Revit, y la pésima disposición del empleado frente al arquitecto, tener habilitado el programa Revit para continuar en el archivo del modelado estructural, asimismo, incentivar al empleado con brindarle días de descanso para obtener mejor productividad, satisfacción laboral y aumentar la comunicación de equipo.

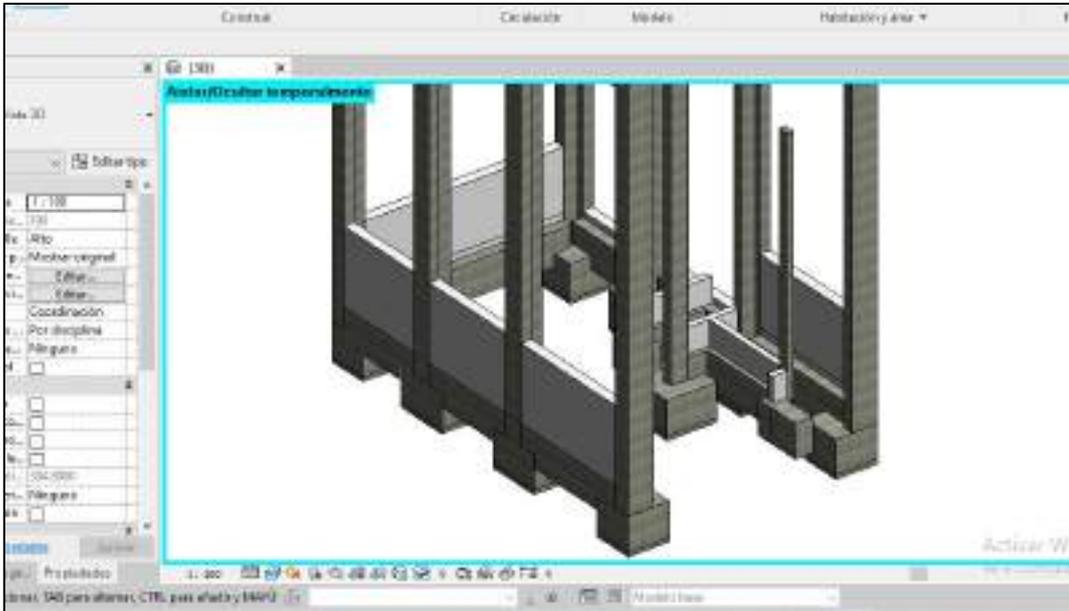
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, P. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnología BIM* (tesis para optar el título profesional). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Cámac, L. (2015). *Identificación de incompatibilidades en la construcción de estructuras y arquitectura utilizando un modelo 3d en revit arquitectura 2014* (tesis para optar el título profesional). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Farfán, E. y Chavil, H. (2016). *Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas* (tesis para optar el título profesional). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Fonseca, R. (2018). *Propuesta para la optimización de los procesos constructivos en sistemas de mampostería estructural, para la construcción de vivienda multifamiliar VIS, mediante la implementación de BIM.* (tesis para optar el grado de Magíster). Universidad Nacional de Colombia.
- Martínez, S. (2019). *Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación.* (tesis para optar el título profesional). Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Morales, S. (2018). *Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres* (tesis para optar el título profesional). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.
- Miñín, F. (2018). *Implementación del BIM en el edificio multifamiliar Fanning para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores, Lima 2018* (tesis para optar el título profesional). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

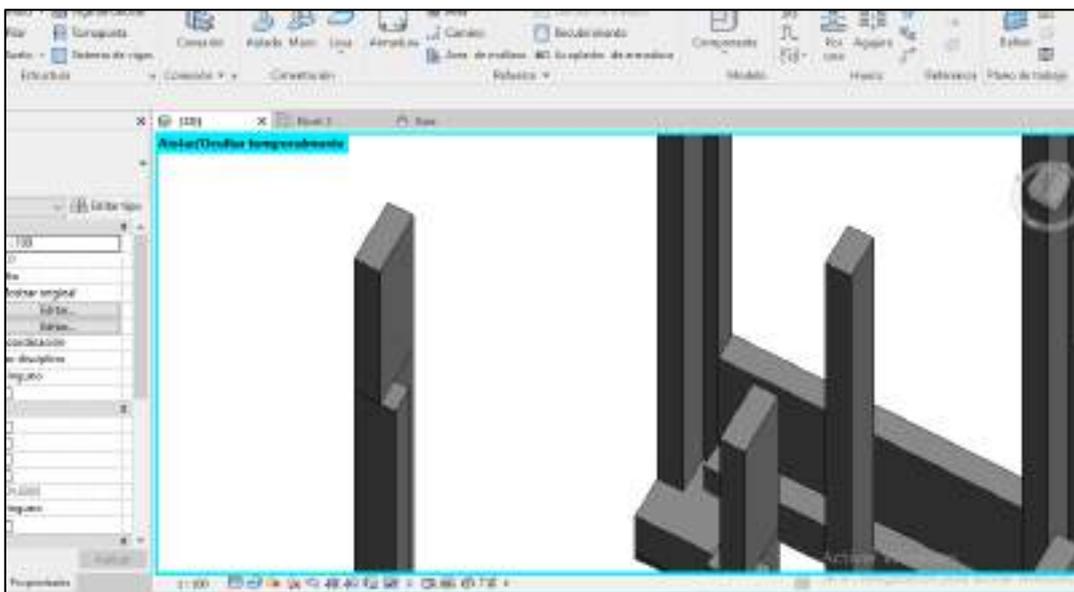
- Poclin, E. (2014). *Evaluación del diseño del hospital II-2 de Jaén con el uso de tecnología BIM* (tesis para optar el título profesional). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Rojas, J. (2017). *Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK* (tesis para optar el título profesional). Universidad Andina del Cusco, Lima, Perú.
- Rojas, Y. (2019). *Identificación de incompatibilidades para optimizar la construcción de viviendas multifamiliares en Jesús María, Lima* (tesis para optar el título profesional). Universidad Peruana Los Andes, Lima, Perú.
- Villena, M. (2017). *Diseño y modelación de un edificio con una configuración en planta irregular, mediante la utilización del software de diseño Revit Structure y su análisis mediante un software especializado Robot Structural Analysis (BIM)* (tesis para optar el título profesional). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Ybañez, J. (2018). *BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima* (tesis para optar el título profesional). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Yucra, M. (2020). *Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructibilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa* (tesis de pregrado). Universidad Continental, Arequipa, Perú.

ANEXOS

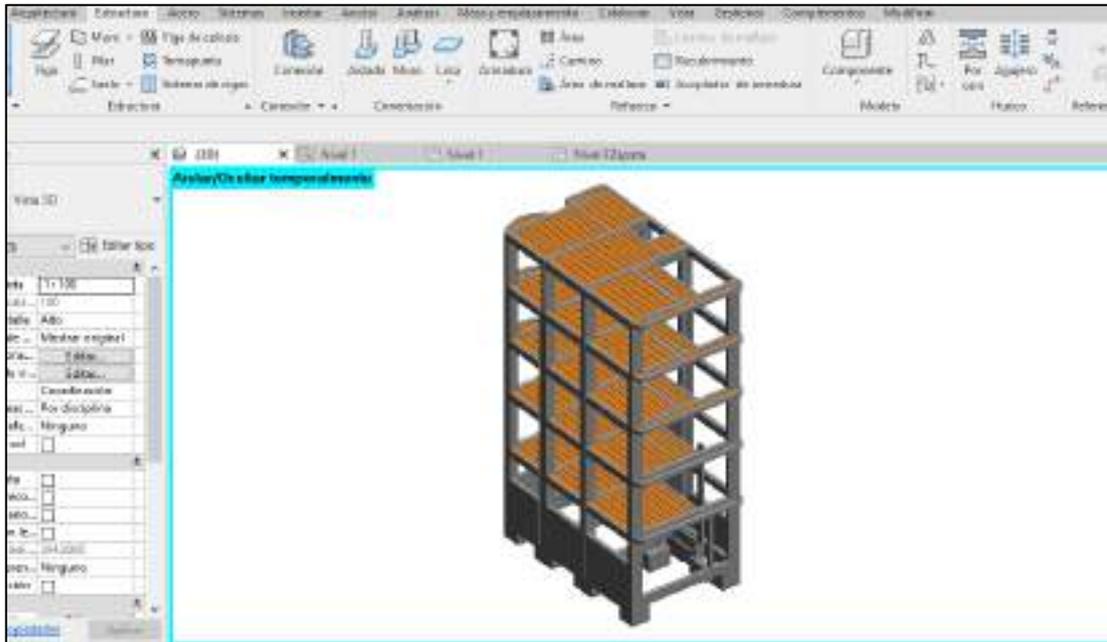
ANEXO 01 FOTOGRAFIAS



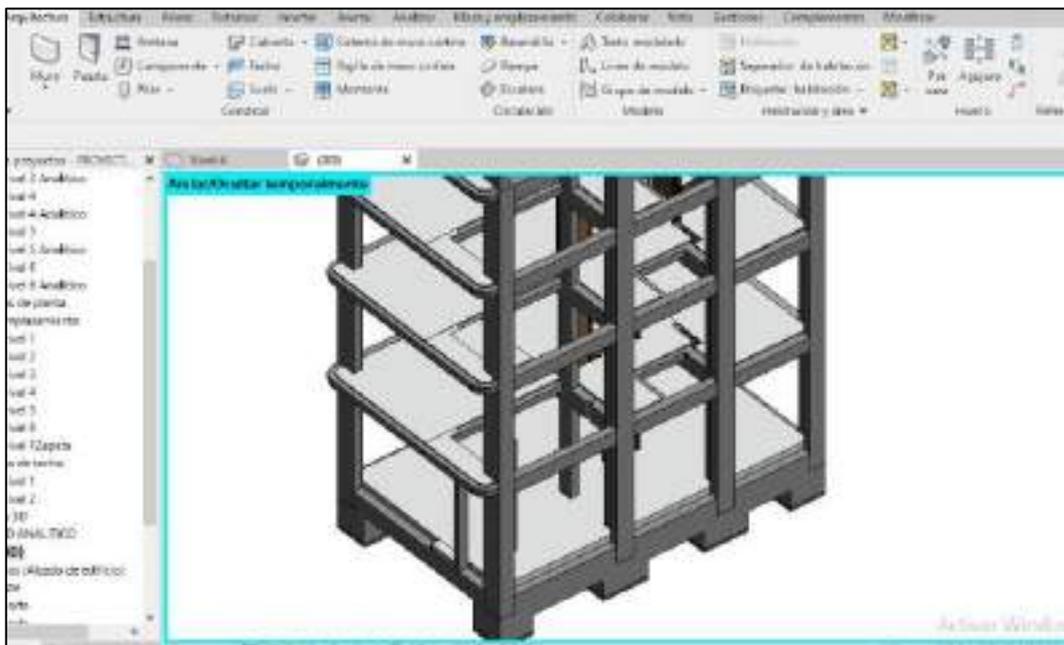
Fotografía 01: Se observa las cimentaciones, zapatas y sobrecimientos.



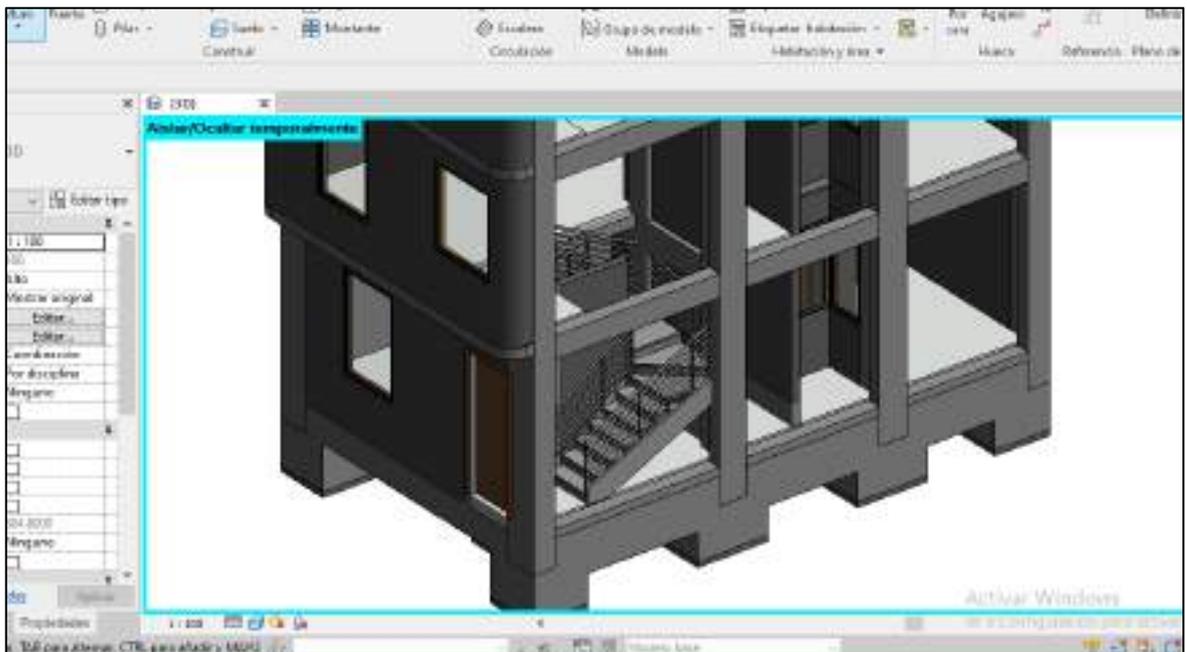
Fotografía 02: Colocando las columnas de la edificación.



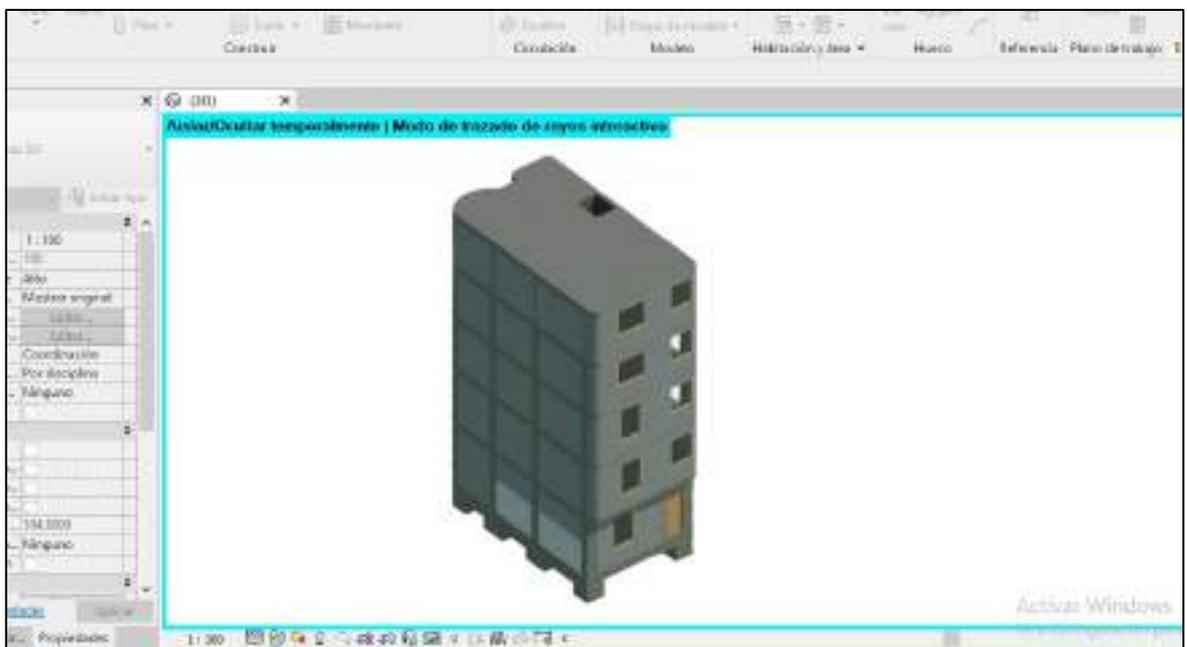
Fotografía 03: Se observa el modelado final de la estructura de la edificación.



Fotografía 04: Colocación de pisos en la especialidad de arquitectura.



Fotografía 05: Se está colocando las escaleras en los niveles.

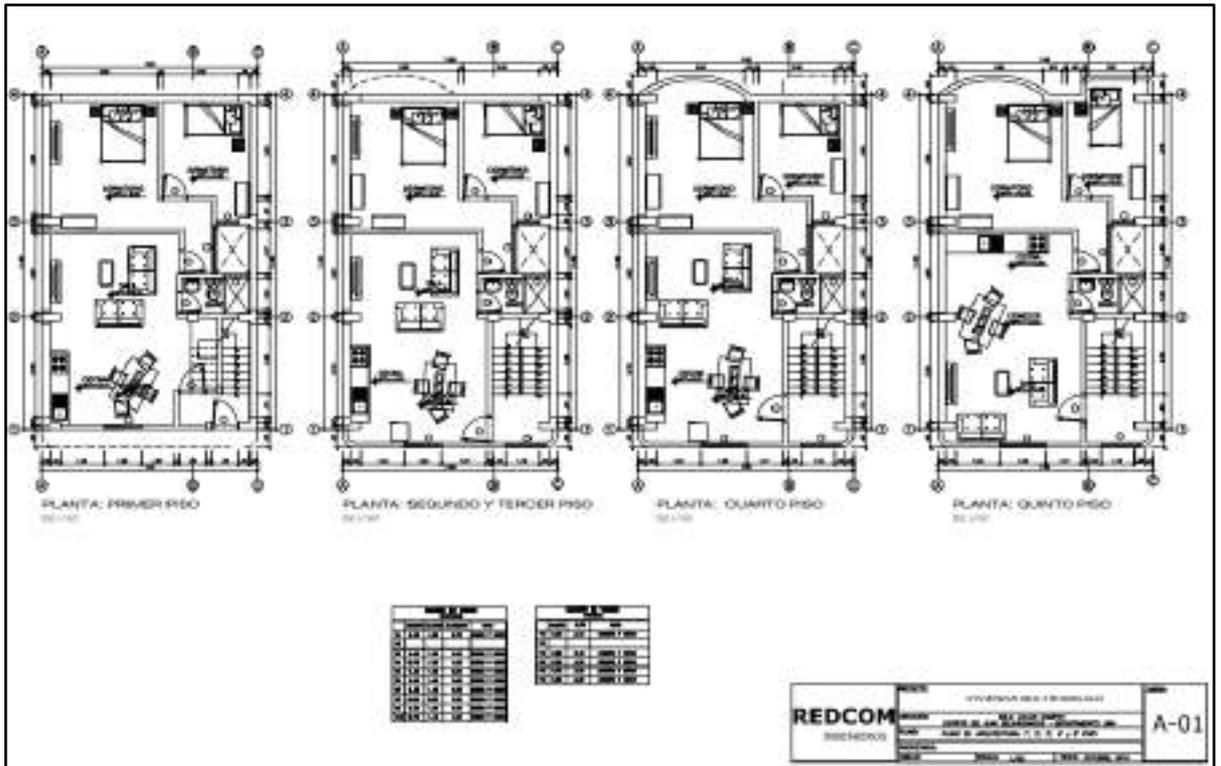


Fotografía 06: Se observa el modelado de la arquitectura de la edificación.

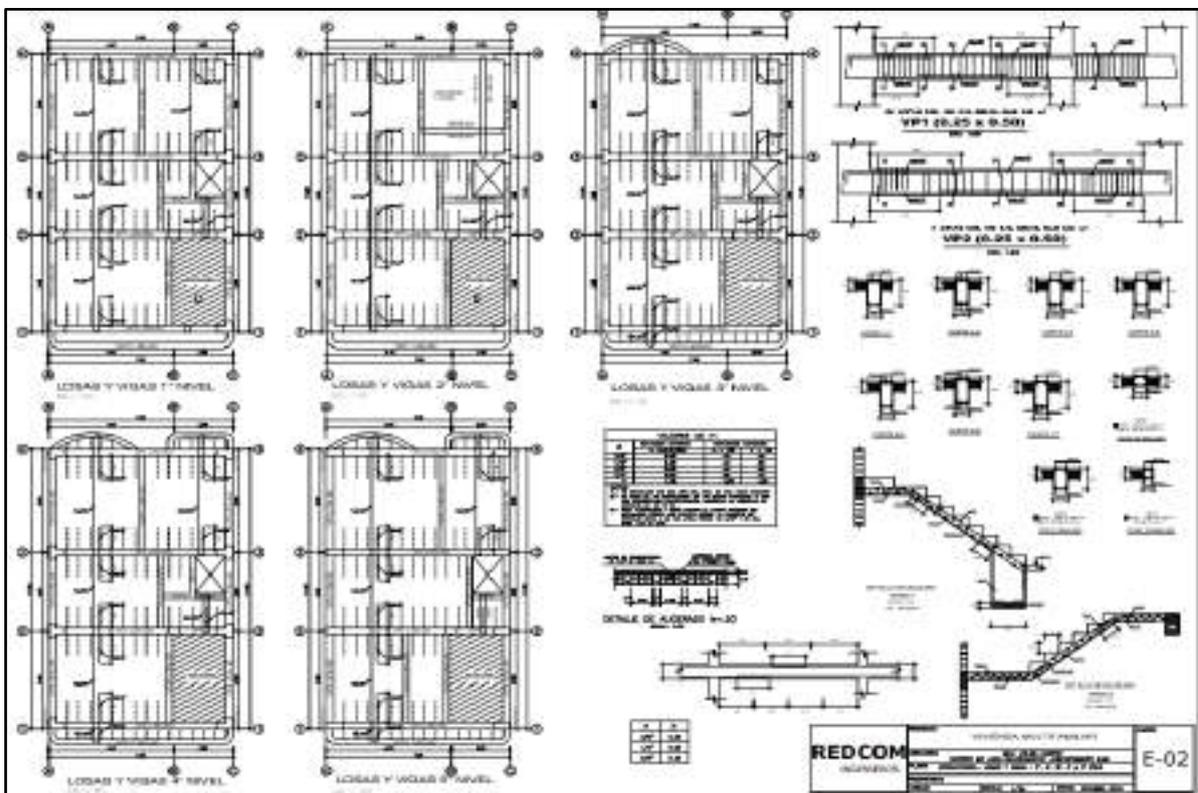
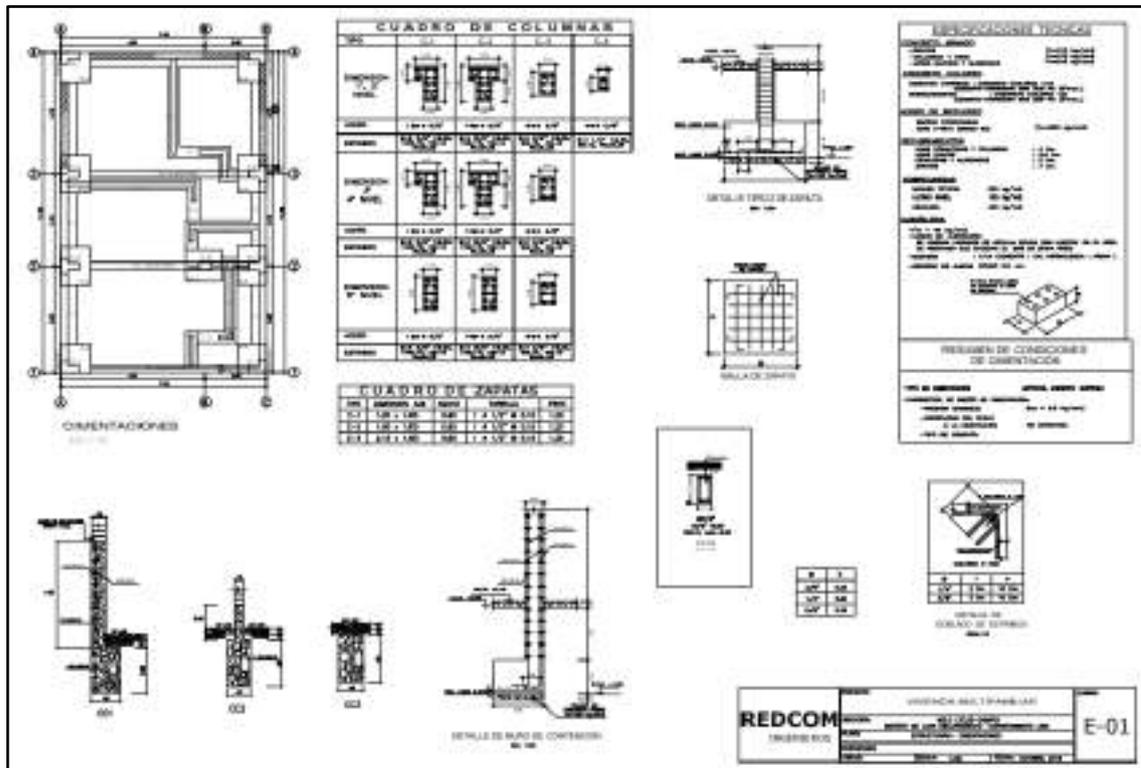
ANEXO 02

PLANOS

PLANO DE ARQUITECTURA



PLANO DE ESTRUCTURAS



ANEXO 03
REGISTRO

		REPORTE DE INCOMPATIBILIDADES				
		Proyecto: Edificio Vivienda Multifamiliar				
		Fecha: 29/11/19				
N° RFI	GRAVEDAD	FECHA DE CONSULTA	N° PISO	DESCRIPCIÓN	ESPECIALIDAD RESPONSABLE	ESTADO DE CONSULTA
1	Leve	19/10/2019	Debajo del 1er Piso	El cimiento corrido 1 sobrepasa unos 7cm llega la zapata 3	Estructura	Completado
2	Moderado	21/10/2019	Debajo del 1er Piso	El sobrecimiento 2 sobrepasa unos 13cm de la zapata 3.	Estructura	Completado
3	Moderado	22/10/2019	Debajo del 1er Piso	El sobrecimiento no esta alineado a la columna 2.	Estructura	Completado
4	Moderado	23/10/2019	2do Piso	La columna C-4 no sube hasta el tercer nivel, sino hasta el segundo.	Estructura	Completado
5	Moderado	24/10/2019	1er y 2do Piso	El alero tambien es techo, hay que colocar ladrillos y viguetas.	Estructura	Completado
6	Leve	25/10/2019	Debajo del 1er Piso	La viga de cimentación V.C-1 sobresale unos 7cm con la unión de la columna C-3.	Estructura	Completado
7	Moderado	26/10/2019	2do Piso	Se procedio a cambiar la loza maciza a losa aligerada de 20cm, ya que no habian muchas tuberías que pasen por ahí.	Estructura	Completado
8	Moderado	28/10/2019	3ro, 4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión con la VP2 con la viga del alero semicircular.	Estructura	Completado
9	Moderado	29/10/2019	3ro, 4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión con la VP2 con la viga del alero rectangular.	Estructura	Completado
10	Grave	30/10/2019	General	Falta detalle de los anclajes de acero de una columna T "C-2" hacia una columna rectangular "C-3".	Estructura	Completado
11	Grave	31/10/2019	General	Falta detalle de los anclajes de acero de una columna L "C-1" hacia una columna rectangular "C-3".	Estructura	Completado
12	Moderado	1/11/2019	3ro, 4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión de la viga del alero semicircular con la columna 1.	Estructura	Completado
13	Moderado	2/11/2019	4to y 5to Piso	Definir detalle como su conexión de la viga del alero rectangular con la columna 1.	Estructura	Completado
14	Moderado	4/11/2019	4to y 5to Piso	Falta detalle de escalera con 18 escalones, ya que solo esta el de 17 escalones.	Estructura	Completado

15	Moderado	5/11/2019	General	El muro del eje A sobrepasa unos 9cm al otro muro perpendicular del eje 3.	Arquitectura	Completado
16	Leve	6/11/2019	1er Piso	El muro del ambiente del dormitorio no choca con el piso terminado por 6cm.	Arquitectura	Completado
17	Leve	7/11/2019	4to y 5to Piso	Por aprovechar área, colocar la puerta en una misma dirección en todos los pisos	Arquitectura	Completado
18	Moderado	8/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	La puerta 3 que esta por la debe estar al nivel del muro del baño, para aprovechar área.	Arquitectura	Completado
19	Moderado	9/11/2019	4to y 5to Piso	La puerta 6 que esta por la debe estar al nivel del muro del baño, para aprovechar área.	Arquitectura	Completado
20	Grave	11/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	La puerta 2 no está definido en el cuadro de vanos.	Arquitectura	Completado
21	Leve	12/11/2019	4to Piso	La puerta 5 sobresale unos 5cm del muro del baño.	Arquitectura	Completado
22	Moderado	13/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	Reducir la dimensión de la puerta 3 del dormitorio, ya que ocupa mas área.	Arquitectura	Completado
23	Moderado	14/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	Para aprovechar más luz, se debe ampliar la ventana 1 unos 40cm más del comedor y cocina, al tener vista a la calle.	Arquitectura	Completado
24	Moderado	15/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	Redefinir las ventanas de la parte delantera, ya que solo tiene 70cm de alfeizer y 1.80m de altura, esto es peligroso.	Arquitectura	Completado
25	Moderado	16/11/2019	4to y 5to Piso	El muro de la ventana 6 sobresale unos 8 cm de la ventana.	Arquitectura	Completado
26	Moderado	18/11/2019	4to y 5to Piso	Ancho de la ventana 7 es mayor al espacio entre muros, se solicita cambiar dimensiones.	Arquitectura	Completado
27	Moderado	19/11/2019	1er Piso	El ancho del muro de la ventana del dormitorio sobresale unos 8 cm.	Arquitectura	Completado
28	Grave	20/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	Ventanas altas V-4 no estan definido en el cuadro de vanos.	Arquitectura	Completado
29	Moderado	21/11/2019	1er Piso	La escalera no llega al segundo piso, le falta 9cm.	Arquitectura	Completado
30	Moderado	22/11/2019	4to y 5to Piso	La altura del contrapaso no es similar al 1er y 2do piso.	Arquitectura	Completado

31	Moderado	23/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	Definir bien la altura del piso, ya que la escalera no esta bien definida los escalones.	Arquitectura	Completado
32	Moderado	25/11/2019	Pisos superiores al 1er Piso	Definir el uso de espacios, ya que se puede agrandar centímetros el dormitorio y recibir iluminación.	Arquitectura	Completado
33	Moderado	26/11/2019	1ero, 2do y 3er Piso	Definir el uso de espacios, ya que se puede agrandar unos centímetros al dormitorio principal.	Arquitectura	Completado
34	Moderado	6/11/2019	2do Piso	Lo señalado en el plano de estructuras, corresponde al techo de los pisos. Sin embargo, la viga VP1 no coinciden con la altura del muro que esta en el baño por 6cm.	Arquitectura y Estructuras	Completado
35	Moderado	7/11/2019	1er Piso	El pedacito de muro perpendicular a la escalera debe llegar mismo nivel de la columna C-4.	Arquitectura y Estructuras	Completado
36	Moderado	7/11/2019	1er Piso	La viga VP3 no coincide con la altura del muro, revisar si esta definido bien la altura de piso.	Arquitectura y Estructuras	Completado
37	Moderado	8/11/2019	2do Piso	No coincide el muro de la escalera con la columna C-3, sobrepasa 5cm.	Arquitectura y Estructuras	Completado
38	Leve	8/11/2019	1er Piso	Viga VP2 invade unos 3 cm en la puerta, hay que recortarlo.	Arquitectura y Estructuras	Completado
39	Moderado	9/11/2019	General	El muro paralelo a la escalera debe llegar mismo nivel de la viga VP-1 y columna C-4	Arquitectura y Estructuras	Completado
40	Leve	19/11/2019	1er Piso	La ventana 1 hay que definir bien, ya que sobrepasa 3cm a la VP2, definir la altura.	Arquitectura y Estructuras	Completado
41	Moderado	22/11/2019	1er Piso	El ancho del primer escalon invade unos 5cm a la columna C-4.	Arquitectura y Estructuras	Completado
42	Grave	23/11/2019	General	El ducto de ventilación tiene un ancho de 1.40m en arquitectura, pero en estructura 1.30.	Arquitectura y Estructuras	Completado
43	Moderado	11/11/2019	General	Colocar correctamente el ancho ventana y puerta en el plano referente al cuadro de vanos.	Diseño: Arquitectura	Completado
44	Moderado	22/11/2019	General	Hay un error porque el detalle de escalera dibujada, el descanso presenta otras dimensiones.	Diseño: Arquitectura	Completado
45	Moderado	22/10/2019	General	Se considera losa de 20cm, pero colocan un dibujo de 25cm.	Diseño: Estructuras	Completado

ANEXO 04

 REDCOM	PRESUPUESTO		
	Proyecto: Edificio Vivienda Multifamiliar		
ESPECIALIDAD	GRAVEDAD	DESCRIPCIÓN	TOTAL (S/.)
Estructura	Leve	Incompatibilidad 1	32.10
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 2	42.60
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 3	42.50
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 4	48.45
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 5	99.90
Estructura	Leve	Incompatibilidad 6	37.10
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 7	151.44
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 8	54.50
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 9	120.25
Estructura	Grave	Incompatibilidad 10	229.50
Estructura	Grave	Incompatibilidad 11	255.60
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 12	63.50
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 13	121.60
Estructura	Moderado	Incompatibilidad 14	101.23
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 15	109.50
Arquitectura	Leve	Incompatibilidad 16	19.60
Arquitectura	Leve	Incompatibilidad 17	28.45
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 18	53.50
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 19	40.00
Arquitectura	Grave	Incompatibilidad 20	810.00
Arquitectura	Leve	Incompatibilidad 21	14.50
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 22	53.60
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 23	98.48
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 24	195.00
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 25	40.52
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 26	40.45
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 27	38.40
Arquitectura	Grave	Incompatibilidad 28	230.00
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 29	107.45
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 30	50.55
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 31	45.12
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 32	35.37
Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 33	58.50
Arquit. y Estruct.	Moderado	Incompatibilidad 34	54.60
Arquit. y Estruct.	Moderado	Incompatibilidad 35	65.70
Arquit. y Estruct.	Moderado	Incompatibilidad 36	54.90
Arquit. y Estruct.	Moderado	Incompatibilidad 37	63.73
Arquit. y Estruct.	Leve	Incompatibilidad 38	40.42
Arquit. y Estruct.	Moderado	Incompatibilidad 39	60.70
Arquit. y Estruct.	Leve	Incompatibilidad 40	40.14
Arquit. y Estruct.	Moderado	Incompatibilidad 41	79.18
Arquit. y Estruct.	Grave	Incompatibilidad 42	306.48
Diseño: Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 43	45.00
Diseño: Arquitectura	Moderado	Incompatibilidad 44	45.00
Diseño: Estructuras	Moderado	Incompatibilidad 45	40.50
		COSTO DIRECTO (S/.)	4365.60