

Optimizing the Structural Redesign of a Multifamily Housing: Impact of the BIM Methodology Compared to the Traditional Approach

Llerena Riega, Johan Brenner¹; Olarte Vilca, Sergio Iker²; Rondán -Sanabria, Gerby Giovanna³
^{1,2,3}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U19310640@utp.edu.pe, U20200039@utp.edu.pe, c16238@utp.edu.pe

Abstract: *The need for quality housing in Peru is critical, as approximately 74% of the population lacks adequate living conditions. This is largely due to self-construction practices and the use of traditional methods, which often lack professional guidance. This study aims to evaluate a multifamily dwelling and compare the BIM methodology with the traditional approach. The 2D design, characteristic of the traditional method, presents various deficiencies, such as a lack of coordination between architecture, structures, and installations, leading to delays, cost overruns, and inefficiencies. To address these limitations, Revit 2025 software was used in the application of the BIM methodology, following the National Building Code in the district of Breña, Lima-Perú. With this approach, inconsistencies between the different plans were detected in advance, particularly discrepancies in the dimensions of certain elements. This allowed for the optimization of the final project design, ensuring greater accuracy and efficiency in its development.*

Keywords: *Self-construction, traditional methods, BIM methodology, structural design.*

Optimizando el Rediseño Estructural de vivienda multifamiliar: Impacto de la Metodología BIM en Comparación con el Enfoque Tradicional

Llerena Riega, Johan Brenner¹; Olarte Vilca, Sergio Iker²; Rondán -Sanabria, Gerby Giovanna³; ^{1,2,3}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U19310640@utp.edu.pe, U20200039@utp.edu.pe, c16238@utp.edu.pe

Resumen: La necesidad de viviendas de calidad en Perú es crítica, ya que aproximadamente el 74 % de la población no cuenta con condiciones de vida adecuadas. Esto se debe, en gran medida, a las prácticas de autoconstrucción y al uso de métodos tradicionales, que a menudo carecen de orientación profesional. Este estudio tiene como objetivo evaluar una vivienda multifamiliar y comparar la metodología BIM con el enfoque tradicional. El diseño en 2D, característico del método tradicional, presenta diversas deficiencias, como la falta de coordinación entre arquitectura, estructuras e instalaciones, lo que genera retrasos, sobrecostos e ineficiencias. Para abordar estas limitaciones, se empleó el software Revit 2025 en la aplicación de la metodología BIM, siguiendo el Reglamento Nacional de Edificaciones en el distrito de Breña, Lima-Perú. Con este enfoque, se logró detectar de manera anticipada inconsistencias entre los distintos planos, especialmente en las discrepancias dimensionales de algunos elementos. Esto permitió optimizar el diseño final del proyecto, garantizando una mayor precisión y eficiencia en su desarrollo.

Palabras clave: Autoconstrucción, metodología tradicional, metodología BIM, diseño estructural.

I. INTRODUCCIÓN

La metodología Building Information Modeling (BIM), según [1], ha demostrado ser eficaz como una herramienta clave en el sector de la construcción, mejorando significativamente la cooperación y participación en los proyectos, como se observó en el caso de los Juegos Parapanamericanos Lima 2019. Para este proyecto, se utilizó por primera vez en Perú el contrato NEC 3 con el fin de mitigar problemas financieros. Además, se observó que BIM permite solucionar problemas clave durante la fase de diseño y optimizar costos, calidad y tiempos de ejecución, con un índice de colaboración del 73,28% entre los equipos de diseño.

Por otro lado, [2] estudió los factores que afectan la adopción de BIM entre los profesionales de la construcción, utilizando el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM). Asimismo, se identificó la "Utilidad Percibida" (PU), es decir, la percepción de que BIM mejora el flujo de trabajo, como un factor clave para su futura adopción en Perú. En un estudio adicional, [3] examinó la viabilidad de aplicar BIM en la gestión de proyectos de construcción en Perú, encuestando a 415 trabajadores. Los resultados evidenciaron deficiencias en la implementación de las dimensiones BIM 3D, 4D y 5D, especialmente en la planificación y la estimación de costos, lo que afecta la calidad y la toma de decisiones financieras en los proyectos.

Asimismo, [4] abordaron los problemas a largo plazo relacionados con la implementación de software para

reparaciones en apartamentos, sugiriendo la creación de tres oficinas de proyectos para mejorar la gestión y el desarrollo de dichos programas. Además, [5] subrayaron los beneficios de combinar BIM con el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) en la formulación de proyectos estructurales, permitiendo seleccionar de manera óptima los sistemas de construcción basados en costos, tiempos de ejecución y factores ambientales. Paralelamente, [6] exploraron cómo el diseño y la integración de arquitectura y estructura se basan en un método modular, teniendo como resultado que el uso de BIM permite maximizar los beneficios de esta tecnología y establecer con rapidez un método estandarizado para viviendas prefabricadas. En cuanto a [7], estudiaron la efectividad de SLAM BIM, un método orientado a objetivos para evaluar de manera sostenible el avance de un proyecto. Sin embargo, presentaron dificultades debido a la carencia de datos comparables de proyectos anteriores que emplean métodos tradicionales y BIM.

A su vez, [8] analizaron la sostenibilidad con BIM al detectar y estimar posibles lagunas o fallas en su integración, identificando deficiencias en su aplicación en proyectos de infraestructura, un aspecto relevante debido al impacto ambiental de este tipo de proyectos. Asimismo, [9] propusieron un plan de interoperabilidad para el diseño centrado en el rendimiento, haciendo uso del proyecto Design4Energy, resaltando la flexibilidad en la comunicación entre los participantes del proyecto. Finalmente, [10] aplicaron BIM junto con técnicas de aprendizaje profundo y lógica difusa dentro del ámbito de la visión computarizada para mejorar la precisión y eficiencia en la inspección de calidad en construcciones prefabricadas.

Por lo tanto, se pretende comparar la metodología tradicional frente a la metodología BIM en el rediseño estructural de una vivienda multifamiliar en el distrito de Breña, Lima -Perú, utilizando el software Revit 2025 y siguiendo el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). De este modo, se busca analizar las diferencias en términos de precisión en los cálculos estructurales y en la eficiencia de la planificación, aportando una visión integral sobre el impacto de ambas metodologías en el ámbito de la construcción.

II. METODOLOGÍA

Este artículo se basa en un enfoque cuantitativo, recopilando y analizando datos de un expediente técnico con

planos y estudios de ingeniería de una vivienda multifamiliar en Lima-Perú. Emplea una secuencia lógica para el cálculo y diseño estructural, y tiene un alcance comparativo para identificar diferencias entre las metodologías tradicional y BIM. Además, se explora la relación entre la aplicación de BIM y la eficiencia en el diseño estructural. La investigación es no experimental, ya que se basa en el uso del software sin manipulación de variables ni intervenciones físicas en la edificación.

La Fig. 1 presenta un esquema detallado de las fases del proceso de optimización, que abarca desde la recolección inicial de datos y la revisión de los planos existentes hasta la implementación de modificaciones y la generación de nuevos planos y reportes técnicos. Este diagrama ilustra la interconexión entre las distintas fases y facilita la comprensión del flujo de trabajo necesario para llevar el proyecto a una conclusión precisa y rigurosa. Es importante destacar que varias de estas fases incluyen procesos iterativos, particularmente aquellos relacionados con el diseño y ajuste de los elementos estructurales.

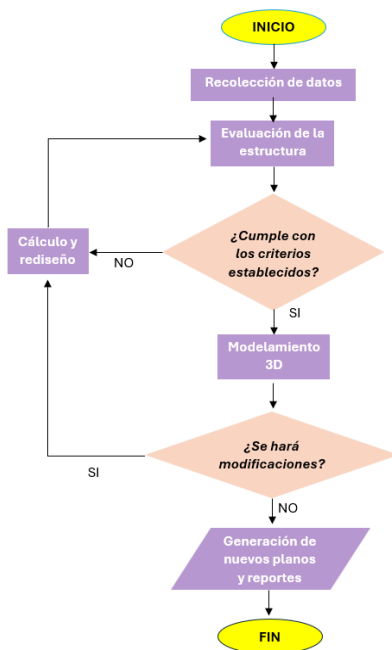


Fig. 1 – Esquema del proceso de rediseño

A) Cálculo y rediseño

En la evaluación inicial de los planos se determinaron algunas discrepancias, tales como incompatibilidad entre las partes arquitectónica y estructural, distribución de espacios, y ubicación de la cisterna, entre otros aspectos. Asimismo, en la parte estructural se verificó si el proyecto original cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente (2018), el cual, es un marco técnico obligatorio en el Perú que regula la planificación y ejecución de construcciones, aplicable tanto a entidades privadas como públicas, y establece los criterios necesarios para asegurar que las construcciones cumplan con los estándares de seguridad

requeridos [27]. Sin embargo, si la vivienda evaluada no cumple con los parámetros normativos, será necesario realizar un rediseño estructural que corrija las deficiencias encontradas, tanto en términos de integridad estructural como de compatibilidad entre los diferentes planos. El modelado se realizó utilizando el software ETABS.

B) Modelamiento 3D

Tras completar la etapa de rediseño estructural y elaborar los nuevos planos correspondientes, se inició el desarrollo del modelo 3D de la vivienda multifamiliar utilizando el software Revit 2025, este software integra el “Building Information Modeling” (BIM), permitiendo la creación de modelos 3D paramétricos con información integrada para el diseño y construcción de edificaciones e infraestructuras. Su principal característica es que estos modelos, en lugar de ser estáticos, son dinámicos y precisos, lo que facilita la generación de planos, secciones, alzados y perspectivas [17]. El proceso comenzó con la colocación de todos los elementos de cimentación, desde zapatas y cimientos corridos hasta vigas de cimentación. Del mismo modo, se modelaron las columnas, vigas, losas y muros, incorporando también las armaduras de acero en cada elemento estructural.

C) Comparación

Una vez completada la fase de modelado 3D, se elaboró una lista de las interferencias y discrepancias detectadas en el proyecto original, desarrollado con la metodología tradicional, en comparación con los ajustes realizados al aplicar la metodología BIM. Este reporte permitió identificar y documentar cambios significativos, tales como modificaciones en las dimensiones de las columnas y ajustes en el posicionamiento de elementos clave, incluyendo losas, cisterna, vigas y otros componentes estructurales y arquitectónicos. Asimismo, el uso de la metodología BIM resulta fundamental para integrar y visualizar estos elementos en un entorno tridimensional, permitiendo así un mayor nivel de precisión y un control más detallado del proyecto.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Rediseño estructural

En la evaluación inicial de la vivienda multifamiliar, se identificaron varias deficiencias estructurales y de diseño que no cumplen con las normativas actuales de construcción y sismo-resistencia. Al revisar los planos 2D originales, se detectaron incoherencias entre las disciplinas de arquitectura y estructura, lo que causó irregularidades en la construcción, especialmente en las uniones de columnas y vigas, y en áreas donde faltan columnas en los planos estructurales, sin embargo, algunos elementos están presentes en los planos arquitectónicos.

También reveló importantes deficiencias estructurales en comparación con los estándares sismorresistentes actuales, evidenciando que la estructura no fue diseñada bajo las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente en aquel momento. La edificación tiene una junta de

separación debido a las proporciones irregulares del terreno, por lo que se realizó un análisis sísmico estático y dinámico dividiendo la estructura en dos bloques separado siguiendo la norma E030 de Diseño Sismorresistente. El modelado de ambos bloques presentó irregularidades en planta (esquinas entrantes). Cabe mencionar que en los planos estructurales los resultados de la memoria de cálculo están ausentes, dichos resultados (cortante de diseño, derivas, desplazamiento máximo, etc.) deben estar presentes de manera obligatoria en los planos de la disciplina de estructuras. Los parámetros sísmicos del proyecto fueron los siguientes: Zona sísmica (Z4) = 0.45, zona 4, factor de uso (U) = 1, categoría de vivienda, perfil de suelo (S1) = 1, suelo rígido, factor de reducción (Ro) = 8, pórticos y $T_p = 0.40s$, $T_1 = 2.50s$.

La fase de predimensionamiento define las dimensiones iniciales de los elementos estructurales del proyecto para evaluar el comportamiento sísmico de la edificación. El objetivo es identificar posibles irregularidades, como torsión, pisos blandos o excesivo peso, y verificar los desplazamientos relativos entre pisos. Este último aspecto es fundamental para asegurar que la edificación cumpla con los requisitos de la normativa E030 “Diseño Sismorresistente”. Las secciones determinadas para realizar el análisis sísmico son las siguientes: Columnas de 25x25cm, 25x40cm, en forma de “T” y “L”, las vigas de 25x45cm y 30x50cm, losa aligerada de 20cm de espesor y losa maciza (escalera) 15 cm de espesor.

La carga asignada para la losa y las escaleras es de 200 kgf/m², conforme a los requisitos para edificaciones residenciales. Este valor ha sido determinado para asegurar que la estructura soporte adecuadamente el peso y uso previsto. Además, las cargas correspondientes a las vigas se calcularán en función del peso del tabique de ladrillo pandereta, con un espesor de 13 cm, lo cual es fundamental para definir las solicitaciones a las que estarán expuestos estos elementos estructurales.

En la Fig. 2A, elaborado en CAD se destaca la presencia de un vacío junto a un alero, lo cual implica un análisis adicional. Para esta zona, se estima el peso que la viga deberá soportar específicamente en el área del alero (ubicada en la fachada de la vivienda), lo que añade una carga particular debido a la proyección del alero sobre el vacío. Este tipo de consideración es crucial para garantizar que el diseño estructural cuente con la resistencia necesaria en los puntos donde las cargas se concentran.

Por último, el proyecto original especificó el uso de concreto con una resistencia de 175 kgf/cm² para todos los elementos estructurales, incluidos vigas, columnas y losas. El cálculo de las cargas que se introdujeron en el software ETABS fueron realizadas en una plantilla de Excel para automatizar el procedimiento. Luego de haber asignado correctamente las cargas en el software y haber finalizado la creación del modelado (Figura 2B), se procedió a realizar el análisis sísmico estático y dinámico para determinar los valores de los desplazamientos relativos entrepisos de la vivienda multifamiliar.

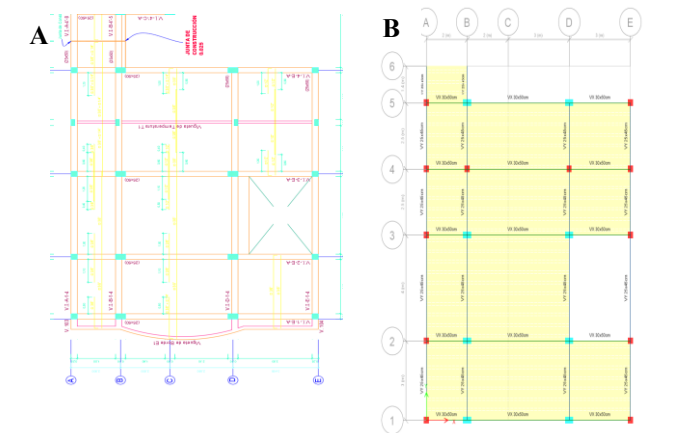


Fig. 2. Modelado del proyecto original con la metodología tradicional. A) Planos del bloque 1 (CAD), B) Modelado del bloque empleando ETABS.

El periodo de vibración de la estructura calculado para la dirección “X” fue de $T_x = 0.641s$, en la dirección “Y” fue de $T_y = 0.859s$, con estos valores se determina el parámetro del coeficiente de Reducción sísmica, siendo $C_x = 1.56$ y $C_y = 1.16$. Una vez establecidas estas variables se realiza el análisis sísmico de la edificación, con la finalidad de determinar las derivas en ambas direcciones (Eje “X” y Eje “Y”), este parámetro nos indica el grado de deformación relativa que existe por cada nivel o piso de la edificación. Los valores obtenidos para el proyecto original se muestran en las Tablas I y II.

TABLA I. DERIVAS OBTENIDOS DEL PROYECTO ORIGINAL INDICANDO EL GRADO DE DEFORMACIÓN EN EL BLOQUE 1

VERIFICACIÓN DE DERIVAS EN “X,Y” (Bloque 1)						
Story	Output Case		Drift		Verificación	
			X	Y	X	Y
Story4	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00287	0.002866	SI	SI
Story3	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00784	0.007844	NO	NO
Story2	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.01065	0.010653	NO	NO
Story1	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.01586	0.015857	NO	NO

Como se puede observar en la Tabla I, las derivas en ambas direcciones están excediendo el valor máximo permitido para sistemas de concreto armado el cual es de 0.007 (según norma) esto significa una deficiencia de rigidez de los elementos estructurales que fueron empleados en el proyecto original. Este problema se presentó tanto para la dirección del eje “X” como el eje “Y”.

Con el fin de mejorar el comportamiento estructural de la edificación, se propuso un rediseño enfocado en incrementar la rigidez en ambas direcciones, lo que permitirá una respuesta más favorable ante fuerzas sísmicas. La propuesta incluye cambios significativos en la zona central del primer bloque, donde se identificó la irregularidad en planta conocida como "esquinas entrantes." Esta irregularidad, sumada a la considerable amplitud y ancho de dicha área en comparación con otras partes del edificio, justifica la necesidad de

reforzamiento. En esta zona, la falta de rigidez actual aumenta el riesgo de deformaciones excesivas bajo carga sísmica, lo cual podría comprometer la estabilidad global de la estructura. Por tanto, el diseño propuesto se centra en reforzar los elementos estructurales críticos de la zona central para corregir las deficiencias detectadas, optimizando tanto la distribución de cargas como el comportamiento dinámico de la edificación, en cumplimiento con los requisitos de la normativa E030 de diseño sismorresistente.

En la Fig. 3 se aprecia los cambios sugeridos para la edificación, se optó principalmente por la inclusión de columnas de tipo “T” en la zona central, así como la incorporación de placas de concreto armado en las zonas laterales, esto con la finalidad de absorber la cortante basal de la fuerza sísmica, reduciendo así las derivas en ambas direcciones (Tabla II). Además, se optó por aumentar la resistencia de diseño del concreto de 175 kgf/cm² a 210 kgf/cm² en todos los elementos estructurales, y los resultados son los siguientes:

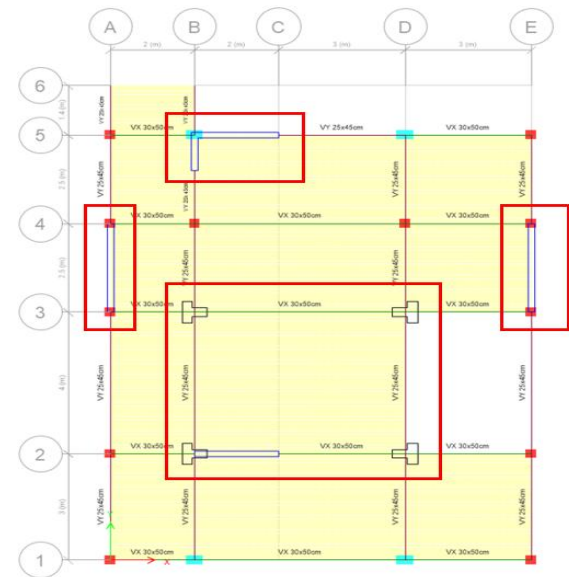


Fig. 3 – Propuesta de mejoras para el bloque 1

Con los cambios mostrados en la Fig. 3, ha sido posible reducir los valores obtenidos de las derivas en ambas direcciones, cumpliendo así los criterios establecidos por la norma E030. De igual manera se realizó el mismo procedimiento para el segundo bloque de la edificación (Fig. 4) con la finalidad evaluar el comportamiento sísmico de la estructura

TABLA II
 DERIVAS DESPUES DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS PARA EL BLOQUE 1

DERIVAS EN “X,Y” (Propuesta Bloque 1)						
Story	Output Case		Drift		Verificación	
			X	Y	X	Y
Story4	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00231	0.0034	SI	SI
Story3	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00281	0.0037	SI	SI
Story2	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00309	0.0035	SI	SI
Story1	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00199	0.0019	SI	SI

En esta sección de la edificación se ubican las escaleras, las cuales conectan los distintos niveles de la construcción y requieren un diseño estructural específico para soportar el peso y el tránsito de personas. Además, en el último nivel se ha colocado un tanque elevado, cuya carga adicional sobre la estructura requiere un refuerzo en esa área. Por este motivo, se ha asignado una carga de 200 kgf/m² a esta zona, garantizando que la estructura pueda soportar tanto el peso del tanque lleno como las cargas dinámicas generadas por su uso.

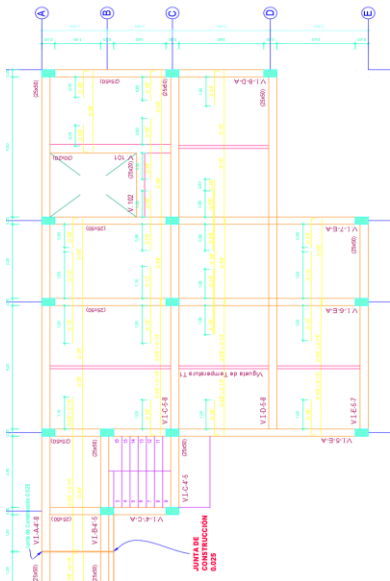


Fig. 4 – Segundo Bloque (CAD)

Por otro lado, el primer nivel de la edificación está destinado a ser un estacionamiento, lo cual influye en el diseño y distribución de los espacios en esta planta, el diseño estructural en esta planta debe asegurar un soporte adecuado, teniendo en cuenta la amplitud de los espacios y las cargas asociadas a un estacionamiento. De manera similar, se ha considerado las mismas cargas que están descritas en el RNE, además de realizar los cálculos correspondientes a los pesos de la tabiquería para asignar a las vigas. El periodo de vibración de la estructura calculado para la dirección “X” fue de Tx = 0.939s, en la dirección “Y” fue de Ty = 0.573s, con estos

VERIFICACIÓN DE DERIVAS EN “X ,Y” (Bloque 2)						
Story	Output Case		Drift		Verificación	
			X	Y	X	Y
Story4	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00552	0.00638	SI	SI
Story3	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00914	0.00752	NO	NO
Story2	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.01204	0.00748	NO	NO
Story1	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.01613	0.00632	NO	SI

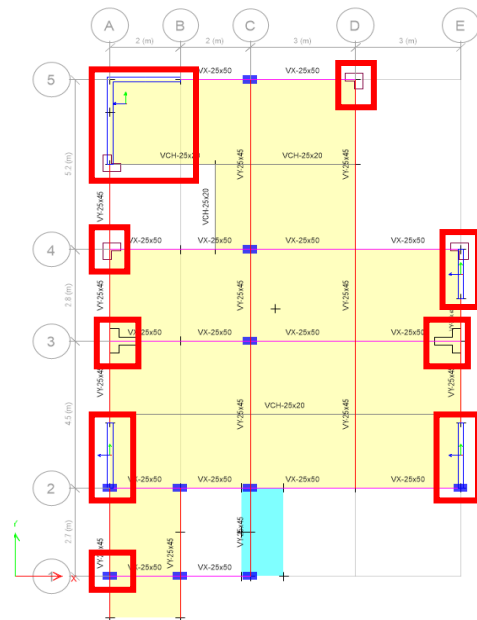
VERIFICACIÓN DE DERIVAS EN “X,Y” (Bloque 2)

VERIFICACIÓN DE DERIVAS EN “X,Y” (Bloque 2)						
Story	Output Case		Drift		Verificación	
			X	Y	X	Y
Story4	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00552	0.00638	SI	SI
Story3	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.00914	0.00752	NO	NO
Story2	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.01204	0.00748	NO	NO
Story1	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.01613	0.00632	NO	SI

La nueva alternativa de diseño estructural propuesta para el segundo bloque de la edificación incorpora placas o muros de concreto armado, un recurso clave para mejorar significativamente la resistencia frente a esfuerzos de corte generados por la actividad sísmica.

Una vez completado el rediseño estructural de la vivienda

Una vez completado el rediseño estructural de la vivienda



multifamiliar, se procedió a la elaboración de los nuevos

TABLA IV. DERIVAS OBTENIDOS DESPUES DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS PARA EL BLOQUE 2

VERIFICACIÓN DE DERIVAS EN “X,Y” (Bloque 2)

VERIFICACIÓN DE DERIVAS EN “X ,Y” (Bloque 2)						
Story	Output Case		Drift		Verificación	
			X	Y	X	Y
Story4	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.003041	0.002866	SI	SI
Story3	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.004067	0.003387	SI	SI
Story2	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.004714	0.003444	SI	SI
Story1	DERIVA_X	DERIVA_Y	0.003522	0.001952	SI	SI

•

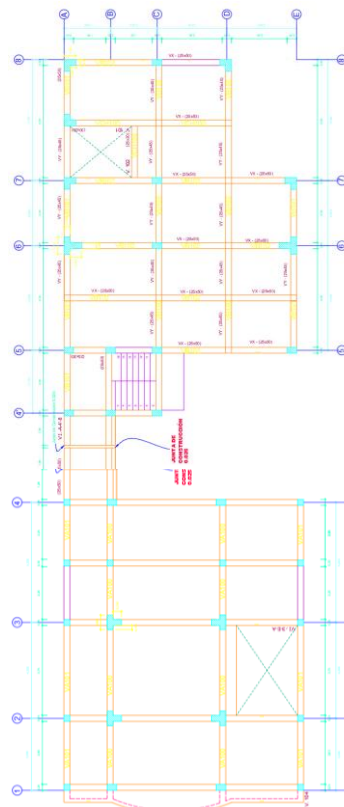


Fig. 6 – Bosquejo del rediseño estructural

B. MODELAMIENTO 3D UTILIZANDO BIM:

Esta etapa incluye la creación digital detallada de todos los elementos estructurales, integrando las características específicas de cada uno, como sus dimensiones, tipo de material, cantidad de acero, entre otros. En la Fig. 7, se presenta un modelo que ilustra los materiales asignados a cada elemento estructural, lo que facilita el proceso de cuantificación del material necesario para cada componente.

	Concreto $f'c=175$ kg/cm ² para rampa
	Concreto $f'c=100$ kg/cm ² para Solados
	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para Cimiento Corrido
	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para columna
	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para escalera
	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para losa
	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para Muros Armados
	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para vigas
	Concreto $f'c=280$ kg/cm ² para Cisterna

Fig. 7 – Creación y asignación de materiales

Gracias a esta modelación precisa, es posible realizar una estimación de presupuesto que se ajusta de manera realista a los costos previstos, permitiendo una planificación financiera más confiable y eficiente para el proyecto. Este enfoque mejora significativamente la precisión en la planificación de recursos y optimiza la gestión del presupuesto desde las fases iniciales del diseño. El armado del acero fue elaborado con un alto nivel de precisión, como se puede observar en la Fig. 8, donde en dicha representación, se especificaron cuidadosamente los diámetros requeridos y el espaciamiento exacto de los estribos, asegurando una descripción detallada y ajustada a los criterios de diseño.

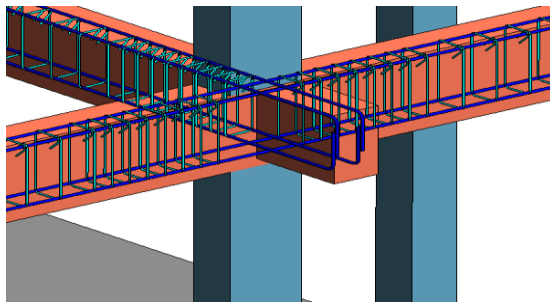


Fig. 8 – Detalle del armado del acero en Revit 2025

De esta manera, los empalmes de los aceros están representados con la mayor exactitud posible, lo cual facilita tanto la interpretación del diseño como la implementación en obra, garantizando que el proyecto cumpla con los estándares de seguridad y resistencia estructural requeridos. Este nivel de detalle contribuye a minimizar posibles errores en la fase de construcción y asegura que cada componente

estructural esté correctamente configurado mostrados en la Fig. 9.

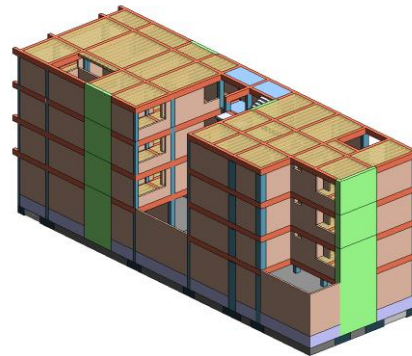


Fig. 9 – Modelado 3D de la vivienda rediseñada en Revit 2025

C. COMPARACIÓN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

a) Diseño con metodología tradicional: En el enfoque de diseño tradicional, sin el uso de BIM, la construcción empieza solo una vez que el diseñador finaliza los planos. Este método provoca retrasos, errores, conflictos y dificultades de coordinación y comunicación entre los involucrados en el proyecto. La metodología BIM, por el contrario, es fundamental para detectar y resolver problemas desde etapas tempranas, optimizar el flujo de trabajo y evitar retrasos y complicaciones en el desarrollo de proyectos de construcción.

En este proyecto originalmente, la integración era notablemente insuficiente, lo que generaba problemas de coherencia y aumentaba el riesgo de errores durante la construcción. Esta deficiencia se evidencia especialmente en el diseño de los planos, donde la representación plana de los elementos no permitía una visión completa de la interacción entre las distintas partes del proyecto. En consecuencia, las posibles incompatibilidades entre los sistemas estructurales, arquitectónicos y de instalaciones no podrían ser identificadas con la suficiente antelación, lo que podría generar incertidumbre en la fase de ejecución y aumentar la probabilidad de modificaciones durante la construcción (Fig. 10).

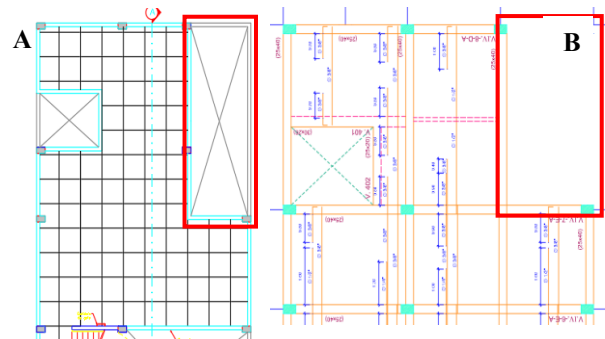


Fig. 10 -Incoherencias observadas en planos originales. A) Plano de Instalaciones Sanitarias, B) Plano de Losas Aligeradas.

b) Diseño empleando la metodología BIM: En la etapa de diseño con metodología BIM, los tiempos de retraso se reducen significativamente, ya que esta herramienta permite identificar y resolver posibles problemas desde las primeras etapas del proyecto. Además, es importante resaltar que el desarrollo del proyecto siguió un orden estructurado y bien definido, lo cual facilitó tanto la revisión como la comprensión del proceso durante el modelado 3D, asegurando una mayor coherencia y precisión en cada etapa. Esta organización ordenada optimizó la colaboración entre los equipos involucrados, permitiendo una transición fluida entre las distintas fases de diseño y ejecución, como se ilustra en la Fig. 11.

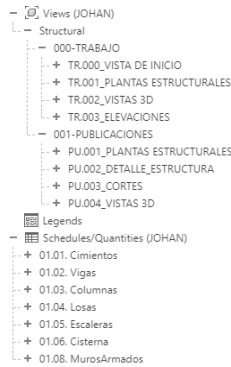


Fig. 11 –Organización del navegador del proyecto de Revit

La adopción de la metodología BIM en el proyecto hizo posible una completa compatibilidad entre todos los planos y representaciones, incluyendo elevaciones, plantas estructurales, cortes, detalles específicos y vistas tridimensionales. Con BIM, se logró alinear todos los elementos visuales y técnicos en una única plataforma, facilitando la coordinación entre disciplinas, reduciendo inconsistencias y mejorando la precisión en cada fase del proyecto. Esto permitió un flujo de trabajo más eficiente y una ejecución más confiable en obra, permitiendo así generar los planos con una representación precisa de cada elemento como se muestra en la Fig. 12.

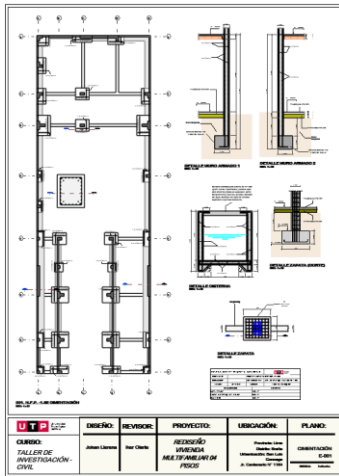


Fig. 12 – Planos generados con la metodología BIM utilizando Revit 2025

Después de evaluar la estructura inicial, los resultados indicaron que esta no cumplía con los requisitos de derivas, ya que el valor obtenido superaba el límite máximo permitido en aproximadamente un 50%. En consecuencia, se llevó a cabo un rediseño, esta vez incorporando la metodología BIM desde las primeras etapas. Esta metodología facilitó el dimensionamiento preciso de los nuevos elementos estructurales y permitió tomar decisiones informadas sobre sus características, como altura, resistencia, cantidad de acero, y tipo de material, lo que optimizó significativamente dicha etapa. Según [11], el uso de BIM en el diseño permite mejorar considerablemente el proceso, ayudando a seleccionar las características óptimas de cada elemento desde las fases tempranas del proyecto y minimizando así la necesidad de retrabajos. Esta integración temprana de BIM contribuye a una planificación más efectiva y a un control más exhaustivo, reduciendo errores y asegurando el cumplimiento de los criterios estructurales desde el inicio.

Además, en el presente trabajo de investigación, el uso del modelado 3D facilitó la identificación de incoherencias y discrepancias que estaban presentes en los planos 2D, ya que la metodología tradicional carece de herramientas tecnológicas avanzadas que permitan visualizar el proyecto de manera integral. Según [1], la implementación de la metodología BIM en la fase de diseño permite anticipar y solucionar posibles problemas de forma proactiva, garantizando así que el proyecto cumpla con los estándares de calidad establecidos y se mantenga dentro de los plazos programados.

Del mismo modo, [13], mencionó que un flujo de trabajo basado en CAD, donde cada vista perteneciente a un plano no presenta alguna relación alguna entre los demás dibujos, es decir, los elementos presentes en la vista de elevación no coinciden con los de la vista en planta, en este flujo de trabajo cada profesional genera los planos, elevaciones, como vistas completamente independientes y las coordinaciones deben hacerse manualmente. Por otro lado, un flujo de trabajo basado en BIM, el equipo crea un modelo tridimensional que sigue unos parámetros capaces de generar planos para documentaciones sin presentar incoherencias, debido a que las vistas son generadas a partir del modelo 3D.

Por otro lado, el autor [9] señaló que los arquitectos e ingenieros enfrentan múltiples dificultades al realizar simulaciones empleando la metodología tradicional, ya que sus procesos se basan en la creación manual de planos. Este enfoque manual no solo aumenta la probabilidad de errores, sino que también dificulta la integración eficiente de los modelos diseñados. La ausencia de herramientas digitales avanzadas limita la capacidad para coordinar y optimizar el diseño de los distintos elementos estructurales y arquitectónicos, lo que puede derivar en inconsistencias entre los planos y errores en las fases posteriores del proyecto.

De manera similar, el análisis detallado realizado por [3] concluyó que el modelado 3D con BIM requiere un enfoque minucioso para identificar y reducir posibles errores, ya que este método permite integrar un flujo de trabajo altamente coordinado, favoreciendo una planificación más precisa. Este

enfoque no solo ayuda a prever y solucionar inconsistencias, sino que también facilita la colaboración entre los distintos especialistas involucrados en el proyecto. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se evidenció que el uso de la metodología BIM permitió identificar fallos y discrepancias que, en un proyecto desarrollado mediante metodología tradicional, resultarían difíciles de detectar debido a la falta de una coordinación eficiente y la ausencia de una visión integral del diseño. Así, BIM demostró ser una herramienta valiosa para la optimización del diseño y la ejecución, promoviendo una mayor precisión y una notable reducción en los errores durante la fase de construcción.

Asimismo, las modificaciones que fueron necesarias para cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones incluyeron ajustes en las dimensiones de columnas y vigas, así como una modificación en la resistencia a la compresión del concreto. Todos estos ajustes fueron integrados en el software Revit, lo cual permitió calcular de manera precisa la cantidad de concreto y aceros necesarios y obtener detalles constructivos detallados, facilitando su interpretación y comprensión por parte de los equipos involucrados.

Además, según lo expuesto por [5], encontró que el uso de Revit facilita la simulación de diferentes tipos de edificaciones con estructuras de acero, madera o concreto, ofreciendo flexibilidad para realizar cambios y adaptaciones al proyecto de forma eficiente. Asimismo, el software permite la extracción rápida de datos importantes, como cantidades de materiales y costos, optimizando el análisis económico y técnico del proyecto. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos en el estudio, ya que el uso de la metodología BIM permite a los profesionales involucrados considerar múltiples factores de manera integral para definir el diseño final del proyecto y garantizar que se ajuste a los estándares de calidad y normativas vigentes.

Por otra parte, el autor [7] destacó la relevancia del enfoque SLAM BIM como un método efectivo para evaluar el éxito de los proyectos en los que se implementa la metodología BIM. Este método se basa en la premisa de que el éxito de un proyecto puede ser evaluado de manera más precisa cuando los objetivos relacionados con la implementación de BIM han sido claramente definidos desde el principio. En su investigación, el SLAM BIM fue aplicado a dos proyectos en Corea del Sur, lo que permitió a los equipos responsables no solo supervisar y monitorear el progreso de la implementación de BIM durante las diferentes etapas del proyecto, sino también analizar y comparar resultados entre proyectos de distintas naturalezas. Esto incluye tanto proyectos pasados como aquellos en curso y los planificados para el futuro.

Del mismo modo, el autor [6] destacó que la incorporación de la metodología BIM en el diseño de proyectos de viviendas prefabricadas ofrece múltiples ventajas. Entre ellas, subrayó la capacidad de integrar de manera eficiente la industrialización de la construcción con las

herramientas avanzadas que proporciona el BIM. Esta integración permite que los procesos de diseño, planificación y fabricación de viviendas prefabricadas sean mucho más eficaces y precisos. Además, señaló que a medida que la demanda y el índice de crecimiento de las viviendas prefabricadas continúan aumentando con el tiempo, el uso de BIM se vuelve aún más relevante. Esto se debe a su capacidad para optimizar los flujos de trabajo, mejorar la coordinación entre los diferentes actores involucrados y minimizar los errores en el diseño y construcción. De esta manera, BIM no solo facilita la producción en masa de viviendas prefabricadas, sino que también asegura una mayor calidad y sostenibilidad en los proyectos desarrollados bajo este enfoque.

De igual forma, según lo señalado por [4], la implementación de la metodología BIM, que implica la recopilación detallada de información sobre los objetos físicos, las características de los componentes estructurales, los materiales y otros aspectos clave, resulta fundamental en el contexto de la reparación y mantenimiento de viviendas. Este enfoque permite centralizar y registrar datos cruciales, algo que tradicionalmente no se monitorea ni documenta con precisión en muchos proyectos. Además, el autor destacó que la falta de un sistema que registre y supervise la calidad del proceso de reparación de viviendas puede conducir a deficiencias y problemas a largo plazo. La metodología BIM aborda estas brechas al proporcionar una plataforma que no solo facilita la planificación y ejecución de reparaciones, sino que también garantiza que los datos sobre la calidad y las especificaciones de los materiales queden documentados para su uso futuro.

Finalmente, el autor [14] resaltó las numerosas ventajas asociadas con el uso efectivo de la metodología BIM, destacando su impacto significativo en diversas etapas de los proyectos de construcción. Según el autor, BIM optimiza el diseño, el proceso constructivo y también contribuye al ahorro de tiempo tanto para los propietarios como para los equipos de diseño. Esto se logra principalmente gracias a su capacidad para identificar y mitigar errores desde las fases iniciales del diseño hasta la ejecución de la construcción. Además, el autor subrayó que la implementación de BIM no solo aporta beneficios inmediatos, como la mejora en la coordinación y la reducción de retrasos, sino que también ofrece ventajas a largo plazo. Entre ellas, se encuentran la capacidad de realizar un seguimiento más eficiente del proyecto, mantener un registro completo de información para futuras modificaciones o reparaciones, y garantizar una mayor sostenibilidad en la gestión de recursos.

IV. CONCLUSIONES

Se determinó que en el proyecto original existe una deficiencia de elementos estructurales al momento de evaluar la estructura existente, debido a que no cumple con los criterios establecidos en la norma E030 de diseño sismorresistente, principalmente relacionados a las rigideces laterales y los límites de distorsión del entrepiso, por tal

motivo la propuesta incluye un aumento de la resistencia a la compresión del concreto de 175 kgf/cm² a 210 kgf/cm² además la implementación de columnas en forma “L” y T” y la inclusión de placas de concreto armado para poder absorber gran parte de la cortante basal producto de la fuerza sísmica reduciendo así las derivas. Además, este estudio destaca las ventajas de implementar la metodología BIM en la fase de diseño, facilitando una mayor colaboración y mejorando la visualización del proyecto mediante el modelado 3D de una vivienda multifamiliar. A diferencia del enfoque tradicional, BIM permitió identificar problemas e inconsistencias entre los diferentes planos de manera anticipada, especialmente en cuanto a discrepancias entre las dimensiones de ciertos elementos estructurales y la distribución arquitectónica. Este enfoque contribuye a una integración más precisa entre disciplinas, minimizando conflictos y optimizando la coordinación en cada etapa del proyecto. Asimismo, el uso de la metodología BIM mejora la comunicación y coordinación entre las distintas disciplinas, minimizando conflictos y permitiendo una toma de decisiones más informada en cada fase. En comparación con el método tradicional, BIM representa un avance significativo en términos de precisión, eficiencia y calidad en el desarrollo de proyectos complejos, logrando una ejecución más controlada, segura y alineada con los estándares de construcción modernos.

REFERENCIAS

- [1] A. Erazo, G. Guzman y S. Espinoza, «Applying BIM Tools in IPD Project in Peru,» *IGLC (International Group for Lean Construction)*, vol. 1, n° 1, pp. 973-987, 2020.
- [2] C. Sanchís-Pedrogosa, J. M. Vizcarra-Aparicio y A. Leal-Rodríguez, «BIM: A Technology acceptance model in Peru,» *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 25, n° 1, pp. 99-108, 2020.
- [3] A. Pacheco, L. Pacheco Pumaleque, Y. Uribe Hernández, A. Mogrovejo, R. Pariona Luque, M. Añaños Bedriñana, A. Alvarez, C. Peñaranda, F. Pineda, M. Ruiz and E. Felix Poicon, "Transforming Construction Management in Peru: The Role of BIM in Innovation and Efficiency," *Golden Open Access*, vol. 14, no. 1, pp. 1-12, 2024.
- [4] A. Kirillova y N. Musinova, «Organizational and Economic Aspects of Improving the Efficiency of Major Repairs of the Housing Stock,» *International science and technology conference "EarthScience"*, vol. 459, n° 5, pp. 1-4, 2020.
- [5] E. Machado, N. Sotsek, S. Scheer y A. Santos, «Selection of Constructive Systems Using BIM and Multicriteria Decision-Making Method,» *Revista de la asociación latinoamericana de control de calidad, patología y recuperación de la constitución*, vol. 8, n° 2, pp. 209-222, 2018.
- [6] Y. Zhao, «Application of BIM Technology in Prefabricated Housing Design,» *E3*, vol. 198, n° 1, p. 4, 2020.
- [7] W. Jongsung and L. Ghang, "How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach," *elsevier*, vol. 69, no. 1, pp. 34-43, 2016.
- [8] S. Akbari, M. Sheikhhoshkar, F. Rahimian, H. B. El Haouzi, M. Najafi y S. Talebi, «Sustainability and building information modelling: Integration, research gaps, and future directions,» *Elsevier*, vol. 163, n° 1, pp. 1-18, 2024.
- [9] A. Yusuf, F. Terrence, V. Munoz y M. Bassanino, «Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design,» *Elsevier*, vol. 85, n° 1, pp. 167-181, 2018.
- [10] M. Weini, «Automatic Quality Inspection and Intelligent Prevention of Prefabricated Building Construction Based on BIM and Fuzzy Logic,» *DMAME (Decision-Making: Applications in Management and Engineering)*, vol. 7, n° 2, pp. 65-80, 2024.
- [11] R. Mohsen Aziz, T. Ibrahim Nasreldin y O. Mamdouh Hashem, «The role of BIM as a lean tool in design phase,» *Journal of Engineering and Applied Science*, vol. 71, n° 23, pp. 1-20, 2024.
- [12] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «Decreto Supremo N° 011-2006 (Reglamento Nacional de Edificaciones),» Sencico, Lima, 2006.
- [13] L. Kirby, E. Krygiel y M. Kim, *Mastering Autodesk Revit 2018*, Indiana: Sybex, 2017.
- [14] S. Kubba, *Handbook of Green Building Design and Construction*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2012.