

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM  
PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL  
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA 2199 - RAYITO DE  
LUZ EN EL PORVENIR, 2023

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**Autores:**

Mirelly Lisbeth Llanos Toribio

Sheyla Lizeth Orbegoso Castillo

**Asesor:**

Mg. Ing. German Sagastegui Vásquez  
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

**JURADO CALIFICADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Sonia Rubio Herrera	42984416
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Wiston Azañedo Medina	415260755
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Sheyla Rodríguez Cornejo	416393601
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Llanos.M,\_Orbegoso.S\_-\_Final.pdf

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.mef.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado de la Construcción</b>	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

Con gratitud en cada palabra dedico este fruto de mi responsable constancia a mis padres Marisol Toribio y Segundo Llanos, por darme la vida, su amor, sus cuidados, su apoyo incondicional y ser testimonio de su enseñanza, cuyo ejemplo me permite cristalizar mi vocación profesional, motivándome a seguir mis sueños con mucha disciplina, dedicación y perseverancia. A mi hermana Marycielo Llanos, con quien compartimos momentos, risas y aprendemos cada día a ser mejores personas, por su apoyo constante, palabras de aliento y compañía.

**Llanos Toribio, Mirelly Lisbeth**

Agradezco a mis padres Edita Castillo y Daniel Orbegoso por ser mi guía, me inculcaron desde pequeña la importancia de Dios en mi vida, si él está en primer lugar sus cuidados y bendiciones vendrán por añadidura; además me enseñaron a ser una hija disciplinada en todos los aspectos y a no rendirme ante alguna dificultad; día a día me motivan para alcanzar mis metas, deseo ser el motivo de orgullo y felicidad para ellos.

A mi hermana Karla Orbegoso, por ser mi mayor referente de lo importante que es confiar en Dios, todo lo que logra me hace admirarla y reconocer la importancia de la vocación en una profesión. No tengo duda que es una gran bendición tenerlos en mi vida, cada consejo y muestra de amor siempre irán conmigo por donde quiera que vaya.

**Orbegoso Castillo, Sheyla Lizeth**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por haber guiado nuestros caminos con planes de prosperidad, y llenar nuestro espíritu de fortaleza y perseverancia para superar las dificultades durante estos cinco años de preparación constante y por, sobre todo cuidar nuestra salud y la de nuestras familias, quienes son el soporte fundamental para nuestras vidas.

Agradecemos a nuestras familias por su amor, dedicación, consejos, comprensión, valores y principios inculcados, puesto que fueron importantes para nuestra formación personal y académica. Además, por enseñarnos que el estudio es la principal forma de progresar, por incentivarnos a no rendirnos y esforzarnos para lograr cada una de nuestras metas.

Al Ing. German Sagastegui Vásquez, quien aportó con su conocimiento y nos brindó aliento durante la elaboración de esta investigación, a fin de poder adquirir el título que hemos anhelado durante los 5 años de formación académica en la universidad.

## TABLAS DE CONTENIDOS

<b>JURADO CALIFICADOR.....</b>	<b>1</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>TABLAS DE CONTENIDOS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	23
1.3. Objetivos .....	23
1.4. Hipótesis .....	24
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz operacionalización variables.....	28
Tabla 2. Cuadro resumen de incompatibilidades en estructuras y arquitectura. ....	41
Tabla 3. Resumen de metrados de estructuras.....	53
Tabla 4. Resumen de metrados de arquitectura.....	56
Tabla 5. Resumen de presupuesto de estructuras. ....	59
Tabla 6. Resumen de presupuesto de arquitectura. ....	63
Tabla 7. Partidas de mayor incidencia - estructuras .....	66
Tabla 8. Partidas de mayor incidencia - estructuras .....	67
Tabla 9. Partidas de mayor incidencia - arquitectura .....	68
Tabla 10. Partidas de mayor incidencia - arquitectura .....	69
Tabla 11. Presupuesto total entre especialidades .....	70
Tabla 12. Cuadro de ventajas, desventajas y relación entre las variables .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nivel de desarrollo - BIM. ....	19
Figura 2. Beneficios del Plan BIM Perú.....	21
Figura 3. Búsqueda en el registro de SSI del invierte.pe.....	30
Figura 4. Planeamiento general del proyecto en estudio.....	32
Figura 5. Cinta de herramientas estructuras.....	33
Figura 6. Propiedades - Navegador de proyectos.....	34
Figura 7. Tabla de planificación/cantidades.....	35
Figura 8. Cinta de herramientas arquitectura.....	36
Figura 9. Propiedades - Navegador de proyectos.....	36
Figura 10. Tabla de planificación/cantidades.....	37
Figura 11. Secuencia de vinculación.....	38
Figura 12. Modelado estructural general 3D.....	45
Figura 13. Modelado armadura estructural 3D.....	46
Figura 14. Metrados Revit estructuras - Losa aligerada.....	47
Figura 15. Metrados Revit estructuras - Acero en zapatas.....	47
Figura 16. Metrados Revit estructuras - Relleno de afirmado.....	48
Figura 17. Modelado arquitectónico 3D - Arquitectura general.....	49
Figura 18. Modelado arquitectónico general - Fachada.....	50
Figura 19. Modelado arquitectónico - Módulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años.....	51
Figura 20. Metrados Revit arquitectura - Muros y tabiques de albañilería.....	52
Figura 21. Metrados Revit arquitectura - Revoques y revestimientos.....	52
Figura 22. Gráfico de barras - Partidas de estructuras.....	67
Figura 23. Gráfico de barras - Partidas de estructuras.....	67
Figura 24. Gráfico de barras - Partidas de arquitectura.....	68

Figura 25. Gráfico de barras - Partidas de arquitectura.....	69
Figura 26. Gráfico de barras - Diferencia presupuestal entre especialidades.....	71
Figura 27. Gráfico de barras - Diferencia presupuestal total.....	71

## RESUMEN

La presente investigación es de tipo aplicado correlacional cuantitativa, que busca establecer la relación entre metodología BIM y productividad en la Institución Educativa N°2199 – Rayito de Luz en El Porvenir, en Trujillo. Así mismo, analizar y verificar las incompatibilidades entre las especialidades estructuras y arquitectura mediante el modelamiento 3D utilizando como herramienta el software Revit 2022 con LOD 300, LOD 3 y LOI 4 que permite extraer valores cuantitativos de metrados, que posteriormente servirán para la elaboración de un presupuesto BIM siendo comparado con el presupuesto tradicional del expediente técnico. También se tiene como objetivo evaluar las ventajas, desventajas y la relación entre las variables metodología BIM y productividad, identificar las limitaciones e implicancias adquiridas durante el desarrollo del presente estudio. Finalmente, como resultado se obtuvo una reducción presupuestal favorable de **S/87,367.32**, teniendo un ahorro de **7.60 %** de ambas especialidades. Concluye que implementar la metodología BIM durante la elaboración del expediente técnico optimiza tiempo, recursos y costo, mejorando la productividad y eficiencia en el desarrollo del proyecto.

**PALABRAS CLAVES:** Metodología BIM, productividad, gestión de la información.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el sector constructivo a nivel global se desarrollaron cambios de gran importancia en el crecimiento de cada país. Se evidenció que los proyectos de construcción que han seguido el sistema convencional muestran algunas fallas en planeación, teniendo como consecuencias disminuciones monetarias y prolongación del plazo de ejecución inicial. Frente a ello, se han realizado estudios con el fin de identificar estrategias de mejoramiento en la productividad, donde se logre conjugar la comprensión científica y la experiencia. Acrecentar el rendimiento conlleva conocer procedimientos que incorporen el manejo de nuevas metodologías y evoluciones, dentro de ello, implementar metodología BIM facilita el gestionar información referente a procesos constructivos, fomenta la colaboración integral entre los profesionales involucrados, permitiendo optimizar costos y tiempo. Las compañías que logran implementar la tecnología BIM dentro de sus proyectos generan cambios positivos, al brindar soporte en el diseño, construcción, gestión y control.

En España, Latorre Urriz, Sánchez y Sanz en el año 2019 realizan un estudio de investigación respecto a la productividad dentro del rubro construcción, el cual es un tema muy controversial al existir múltiples factores y terribles consecuencias obtenidas del modelo de producción tradicional. Para ello, se recopiló información mediante encuestas, tuvieron una muestra de 270 profesionales orientados al rubro, donde un 70 % califica "negativa" o "muy negativa" el enfoque de la productividad en el país, así también, un 91 % sugiere ajustes en el manejo de proyectos, planteando como alternativa incorporar métodos modernos. Para ello, se propone el uso de Building Information Modelling (BIM) como mecanismo digitalizado frente a la preocupación por el bajo índice de productividad.

La productividad en construcción de Colombia presenta niveles bajos, evidenciado con la llegada de constructores internacionales. Por ello, en el estudio realizado por Forero Ramírez en el año 2018, se expone a los constructores nacionales, quienes están por debajo del índice internacional, Colombia adquiriendo innovación tecnológica se ubica por debajo del promedio con 61 %, obteniéndose una brecha de 6 % referente a los estándares internacionales en un 67 %. Así como retraso incorporando nuevas metodologías a nivel empresarial, el país alcanza un 14 %, siendo el rango internacional 48 %. Por ello, es importante la evaluación y diagnóstico de incorporación BIM como herramienta para incremento de productividad, con ello controlar el tiempo trabajado y desempeño laboral mediante flujos digitalizados, y automatización de procesos que mitiguen riesgos de forma anticipada.

Adicionalmente, en el país europeo España, se considera de vital importancia la incorporación de la metodología BIM debido a que permite integrar y planificar de inicio a fin cada proyecto, incrementando la productividad en el sector construcción. El Ministerio Fomento, perteneciente a la Comisión de implantación BIM indicado en el artículo de Poza López en el año 2019, indica que dicha metodología es un instrumento tecnológico tridimensional para la gestión de proyectos, con ella se minoran gastos, acortan tiempos de diseño y producción, obteniendo proyectos de excelente calidad. La inversión realizada por las empresas constructoras se ve retribuida con el cumplimiento preciso de los plazos de ejecución y mejores resultados finales garantizados. Es por ello que las obras públicas en España con costo de inversión superior a dos millones de euros se rigen de forma obligatoria dentro de la metodología BIM, el cual contribuye a optimizar la eficiencia y transparencia durante su ejecución.

En Perú, el sector construcción es considerado de máxima importancia puesto que, el impacto que produce se refleja en el desarrollo social, económico y cultural. Sin

embargo, este sector se encuentra estancado ya que las planificaciones de construcción siguen el procedimiento convencional, en donde se identifican fallas en planeación, traduciéndose en pérdidas de tiempo y errores en los presupuestos. El Perú en 2012 atraído por la revolución de las metodologías de construcción desarrolladas globalmente, crea el Comité BIM perteneciente a la Cámara Peruana de Construcción (Capeco) para dar a conocer la innovadora metodología BIM, posteriormente en 2017, se conforma el Comité Técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil, con el propósito de reglamentar su uso. En búsqueda de incorporar la metodología BIM en obras públicas, la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (2020) elabora "Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú".

En Trujillo, departamento La Libertad, las construcciones se continúan realizando mediante procesos tradicionales, los cuales muestran como resultados obras atrasadas con incremento en el presupuesto inicial, lo cual manifiesta la insatisfacción de los clientes y la población referente a la realización de proyectos públicos y privados. Aun cuando se identifica la problemática no se brinda las soluciones pertinentes ante el mal direccionamiento de los proyectos. Actualmente, este rubro en Trujillo es ajeno a la innovación que propone la metodología BIM, ya que no es de aplicación obligatoria. En el último año, favorablemente se ha incrementado la importancia de la capacitación a los profesionales en esta nueva tecnología.

La adopción mundial del BIM en construcciones civiles se ha realizado teniendo como objetivo garantizar productividad, generando avances notorios desde la planificación, ejecución y hasta el mantenimiento del proyecto. Además, presenta características que hacen notar la influencia óptima en el desarrollo de estos, ya que es una herramienta completa que permite visualizar de manera detallada cada avance, atraso y/o deficiencia que se pueda presentar en los planos, metrados y presupuesto de manera

que las correcciones puedan ser anticipadas, sin que exista repercusión en la etapa constructiva.

Esta investigación integra la recopilación de información para los antecedentes categorizados en internacional, regional y local evaluando la utilización de las variables dentro de otras investigaciones, a continuación, se detallan los antecedentes obtenidos para cada variable estudiada.

Los antecedentes respecto a la metodología BIM, en el ámbito internacional son las siguientes investigaciones: Choclán, Soler y González, en el año 2014 en España, realizan un artículo titulado "Introducción a la Metodología BIM", a partir del cual elaboran una investigación de tipo aplicada con un diseño no experimental. En su artículo, plantean la aplicación digital integral a lo largo del periodo de vida útil, se indica la importancia de incorporar el uso de esta metodología durante el diseño, ya que produce control de calidad, costo y tiempo. Con las técnicas tradicionales se evidencian deficiencias en la documentación de un expediente técnico, las cuales repercuten en la fase de construcción. Incorporando BIM se disminuyen riesgos e incertidumbre a partir de la construcción digital tridimensional realizada. Adicionalmente, los autores indican que con la metodología BIM se adquiere información y visualización del proyecto de forma instantánea, los involucrados participan de forma dinámica tanto proyectistas como clientes mejorando la comunicación donde se plantean propuestas, estrategias, sugerencias de forma colaborativa entre todos los involucrados.

Según, Araya en el año 2019 en su artículo publicado en la Universidad de Texas, Estados Unidos; indica como determinar y estimar las ventajas de la utilidad BIM, este estudio tiene diseño no experimental que evalúa 18 estudios recolectados enlazados al BIM, por empresas constructoras; el cual le permite calcular diversas opciones para

resolver conflictos durante los procesos, desde la ilustración de planos, planificación, cotización, identificación de injerencias en la perspectiva 3D y el estudio estructural, como parte de labores de mayor antelación; concluye que la programación y costo fueron los recursos más aprovechados con un 67 % y 56 % respectivamente teniendo eficacia para organizar datos y cambios de un 28 % en reingresos a comparación de los que no utilizaron esta metodología que alcanzaron 6 % realzando la deficiencia.

En el ámbito regional, en Brasil, Jobim, Stumpf, Edelweiss, Kern (2017), efectuó el estudio BIM dentro de oficinas inmobiliarias y su aplicación en la ejecución de obras, el diseño empleado es de tipo no experimental en una muestra de 5 oficinas las cuales cuentan con la implementación BIM y otras que están en proceso; concluyendo que los proyectos con aplicación BIM evidencian la reducción de tiempo, en el diseño 2D y 3D de forma complementaria incluso permite cuantificar a detalle la tabla de materiales hasta el término del proyecto. Por otro lado, le permite una revisión en caso de interferencias para ser corregidos rápidamente por el equipo colaborativo logrando la simulación y operación eficiente en el ciclo del proyecto.

En Colombia, el artículo de Sánchez, Higuera, Ramírez, Nope y Soto (2020), identificó el nivel de implementación BIM para la construcción de obras con valores reales, excluyendo los profesionales de empresas pequeñas y medianas que no adoptan esta metodología; indicando las posibles problemáticas y aspectos relacionados con el personal; el estudio es de tipo aplicada con diseño no experimental, aporta datos cualitativos y cuantitativos, a partir de entrevistas a grupos establecidos de la empresa a través de cursos o seminarios a los profesionales ajeno a su formación universitaria; concluye una variación en la mejora del aprendizaje de los especialistas con esta metodología BIM.

En el ámbito local la tesis de Siccha y Villarruel (2015) publicada en la Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, utiliza el proyecto "Los Dijos del Golf" para adoptar el BIM en la compañía L&G contratistas SAC, permite identificar y corregir las incompatibilidades entre las especialidades, donde inicialmente realiza la distribución conceptual, diseño de planos estructurales, finalmente las instalaciones eléctricas y sanitarias integradas de forma virtual mediante softwares, como Allplan 2014 para el modelamiento y metrados, también Opus Planet 2014 para el APU y presupuesto. Precisa que utilizar BIM genera alto alcance, buena calidad a un bajo costo en poco tiempo durante su ejecución en dicha empresa.

Por otro lado, en relación a la productividad; a nivel internacional un artículo español de Latorre, Sanz y Sánchez (2019), publicado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España en el Informe de Construcción, plantea describir un modelo de aplicación conjunta de lean construction y metodología BIM, realizada por fases que consta en revisar bibliografía, se propuso 6 casos de estudios como modelo testal para finalmente validarlo mediante entrevistas y cuestionarios. Concluyendo que su aplicación mejora la productividad y ahorra el tiempo en un 40 % en la redacción y 65 % para realizar cambios en el proceso.

En México, en el artículo científico de Pérez, Del Toro, López (2019), el cual revisan conceptos Lean Construction y BIM para la construcción de viviendas populares que evalúan favorecer económicamente en corto tiempo, dentro del procedimiento se utilizaron cartas balance para medir la producción de los obreros para su posterior análisis, mediante la metodología aplicada de tipo no experimental, finalmente se usó el BIM en un modelamiento 3D en Revit y 4D en Naviswork. El resultado fue la reducción del tiempo de 24 viviendas programadas para su ejecución en 14 semanas a 11 semanas,

es decir ahorro de 26.56 % en tiempo, siendo positivo en los costos de mano de obra disminuyendo el precio de venta.

Trejo (2018) publicó su tesis en la Universidad de Chile, teniendo como objetivo mostrar el análisis comparativo entre las metodologías utilizadas de calidad, planificación, costo, tiempo y control de alcance de los proyectos con y sin BIM, para identificar las ventajas, desventajas y recomendaciones, para ello utilizó material bibliográfico de planificación y control, consultas a especialistas de la dirección y gerenciamiento, así como cuestionarios a ingenieros, el método aplicado es de tipo no experimental que permiten el manejo de la productividad para detectar interferencias y correcciones previa construcción mediante Revit, además calcular las cantidades y volúmenes precisos gracias al modelo, se concluye que BIM logró cambios desde la planificación y control del proyecto durante el proceso.

En la tesis de Blas y Guzmán (2015) realizada en Trujillo, Perú. Se realiza un modelo que integra la gestión de factores influyentes en la productividad de construcciones, para ello se analizaron aspectos como materiales, maquinaria, mano de obra y equipo, además de utilizar encuestas para la obtención de datos dirigido al personal responsable de la ejecución; el método usado es de tipo aplicada no experimental. Este estudio permitió propuestas de cambio debido al enfoque subjetivo, adquiriendo menor tiempo para la construcción y mejoras en la ganancia de las empresas dedicadas a este rubro reduciendo factores que restringen la productividad y alteren los costos.

Finalmente, como síntesis de los antecedentes presentados, se puede concluir que el diagnóstico de la metodología BIM genera impacto mundial presentando avances en la productividad y dirección de proyectos. Esta metodología permite mejor colaboración entre los especialistas para la elaboración de un modelo integrado, así obtener mejor

compresión del proyecto y seguridad en su tiempo de vida útil reduciendo pérdidas económicas y aumentando la productividad en los procesos desde su planificación.

### 1.1.1. METODOLOGÍA BIM

#### 1.1.1.1. DEFINICIÓN

La metodología BIM es una decisión estratégica enfocada en cambiar la forma y organización laboral en los proyectos. Esta metodología se enfoca en componer procesos colaborativos desde el diseño hasta el desarrollo completo de un proyecto, dependiendo de los niveles LOD y LOI utilizados es posible englobar la etapa de funcionamiento, operación hasta mantenimiento. De acuerdo con lo indicado por Succar, en su artículo publicado en Brasil el año 2017, señala que la incorporación de esta metodología en las inmobiliarias está tomando tiempo, sin embargo, se está a la vanguardia de implementar en su totalidad, puesto que brinda un gran potencial en el avance de los proyectos, el cual permite detectar errores y buscar soluciones que reduzcan tiempos de forma significativa dentro de la preparación de un expediente técnico. Con ello, los profesionales elaboran modelos tridimensionales que representan de forma real el objetivo del proyecto, con base en las especificaciones y detalles que estos requieran, además se obtiene tablas cuantitativas de materiales, estimación de costos, y/o simulación real de la ejecución.

#### 1.1.1.2. BIM:

La Dirección General de Programación Multianual de Inversiones, define al BIM como una representación virtual de la infraestructura, comprende especificaciones técnicas de cada elemento (dimensiones, ubicación, posición, materiales), su relación espacial entre ellos, planificación, información económica de precios, los cuales pueden ser modificados y gestionados en cualquier etapa del ciclo de inversión. Así también, López Vidal, en su artículo denominado "Una (r)evolución llamada BIM" publicado en

el año 2016, indica que la información extraída de la plataforma BIM es de utilidad desde el diseño y formulación hasta el manejo posterior del inmueble, en su etapa de puesta en servicio, mantenimiento e incluso reparaciones o demolición.

#### 1.1.1.3.NIVELES LOD:

Para la fabricación de modelos tridimensionales con herramientas BIM, es importante conocer los diferentes niveles que esta metodología nos ofrece, para ello es importante definir los objetivos finales de cada proyecto. De acuerdo a lo indicado en el BIM Fórum de Chile en el año 2017, tenemos los siguientes:

##### Nivel de Información (LOI):

- **LOI 2 y 3:** Presenta una descripción inicial del diseño.
- **LOI 4:** Facilita información suficiente para seleccionar de productos.
- **LOI 5:** Concede información específica del producto seleccionado, se adiciona información durante el proceso de construcción.
- **LOI 6:** Brinda datos acumulados de los anteriores niveles y consideraciones para mantenimiento.

##### Nivel de Desarrollo (LOD):

- **LOD 100:** Los elementos están representados por símbolos o representaciones no geométricas, únicamente se muestra la existencia más no información específica.
- **LOD 200:** Los elementos presentan información objetiva de tamaño, forma, ubicación y orientación aproximada.
- **LOD 300:** Los elementos se representan gráficamente con información específica del LOD 200, y se adiciona cantidades cuantitativas obtenidas de cada elemento.
- **LOD 350:** Posee información gráfica y no gráfica, es decir soportes o conexiones entre elementos.

- **LOD 400:** Los elementos cuentan con información gráfica del LOD 350 y se adiciona precisión y detalle para fabricación e instalación.
- **LOD 500:** Los elementos se conforman con información gráfica del LOD 400, así como datos de mantenimiento y funcionamiento.

### Figura 1.

*Nivel de desarrollo - BIM.*



*Nota:* Representación gráfica de niveles de desarrollo extraído de ACCA software.

#### Nivel de Detalle (LOD):

- **LOD 2:** Los elementos poseen indicación visual con requerimientos claves.
- **LOD 3:** Los elementos modelados cuentan con definiciones técnicas para su construcción.
- **LOD 4:** Los elementos proporcionan información del LOD 3 y se adiciona su coordinación espacial.
- **LOD 5:** Los elementos cuentan con representación visual con referencia en su posterior uso y mantenimiento.

#### 1.1.1.4.UTILIDAD DEL BIM

El desarrollo en la dirección de proyectos usando BIM aumenta el índice de confiabilidad, presentando beneficios para obtener un control detallado. Además, muestra la planificación de la construcción desde la fase inicial de la estructura debido a que se

puede visibilizar en la estimación de tiempo, cantidades y costo. Durante el transcurso de la etapa de diseño se puede mostrar omisiones, equivocaciones e imprecisiones que pueden generar pérdidas en tiempo y dinero, por ello es importante adoptar esta herramienta tecnológica, la cual cumple con las expectativas del cliente. Los ingenieros propietarios en el ámbito constructivo buscan brindar seguridad de lo que están construyendo, no sólo al inicio, incluso en el mantenimiento y operación en su ciclo de vida útil para lo que se diseñó la estructura (Gaitán Cardona & Gómez Cabrera).

#### 1.1.1.5. HERRAMIENTAS DE LA METODOLOGÍA BIM

Se clasifica en: **Herramientas BIM de autoría** facilita la conformación de modelos, es reconocida la aplicación en el diseño y construcción; Autodesk Revit y Naviswork. **Herramientas BIM de actualización** permite modificar al modelado en el tiempo que se considere necesario de manera rápida y eficaz. **Herramientas BIM de visualización**; acceder al contenido del modelo sin hacer cambios a través del programa (Siccha Pachamango & Villarruel Pastor, 2015). Para lograr el éxito en los proyectos, los contratistas, ingenieros y demás involucrados deben gestionar la información para así obtener las herramientas adecuadas. Esta metodología se desarrolla con el fin de facilitar y presentar gran variedad de recursos disponibles, los cuales son útiles en la aplicación BIM.

#### 1.1.1.6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM PERÚ

Instrumento de gestión que determina los objetivos y métodos estratégicos a emplear progresivamente en financiamientos públicos a futuro. (Dirección General de Programación Multianual de Inversiones, 2020). Permite elaborar herramientas normativas que impulsen la implementación, asimismo, determinar los documentos técnicos necesarios que cumplan con los requisitos en una inversión. Además, busca desarrollar e

implementar el plan BIM para entidades públicas, y verificar el cumplimiento de las metas trazadas. Desafíos para lograr la implementación.

- ❖ Adquirir cambios en la dirección de las instituciones.
- ❖ Impulsar la adopción progresiva.
- ❖ Desarrollar capacidades del capital humano.
- ❖ Trabajo unificado con el sector privado.
- ❖ Adaptar un marco normativo/legal.
- ❖ Tener estándares nacionales.
- ❖ Realizar convenios de propagación para comunicar el uso de BIM.

**Figura 2.**

*Beneficios del Plan BIM Perú*



*Nota:* Proceso de Implementación y planificación para la metodología BIM.

#### 1.1.1.7.PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS EN LA IMPLEMENTACIÓN BIM PERÚ

Producción colaborativa de información: Verificar que se pueda disponer de los datos generando una nueva idea en la inversión. Realizar control de calidad y revisar la información integral que forma parte del modelo BIM.

Entrega del Modelo BIM: Presentar el modelo BIM para la autorización correspondiente. Revisar y enviar el modelo para la aceptación de la entidad; con el fin de lograr su aceptación y pronta ejecución.

Cierre del proyecto: Recopilar las lecciones aprendidas para proyectos futuros, archivar el modelo BIM implementado en el proyecto.

## 1.1.2. PRODUCTIVIDAD DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

### 1.1.2.1.PRODUCTIVIDAD

Relaciona lo producido con lo gastado, es decir permite medir la eficiencia después de administrar los recursos sobre un producto durante un periodo y bajo un patrón de calidad. Por consiguiente, el proceso productivo mejora con el correcto empleo de métodos hasta el uso recursos necesarios dentro de un proyecto. (Cantú, López, & Peirone, 2018)

### 1.1.2.2.PLANIFICACIÓN:

Herramienta indispensable que permite decidir las acciones direccionadas según se requiera, este aporta referencias que facilita el seguimiento y control. (Siccha Pachamango & Villarruel Pastor, 2015). En la construcción es fundamental este proceso ya que es donde se determina la secuencia a seguir para el procedimiento constructivo de forma congruente, anteponiéndose a posibles situaciones de riesgo o dificultad en obra.

### 1.1.2.3.INTEGRACIÓN:

Busca integrar representación gráfica y no gráfica ampliando una gama de valores; tanto de edificios, levantamiento topográfico, infraestructura, costos, datos geotécnicos, etc. Lo antes mencionado mejora el diseño desde la fase inicial disminuyendo riesgos de

aplazamiento. (Reyes Roque, Cabrera Coronado, Bernabe Orellano, & Leiva Calderon, 2021)

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se relaciona la implementación de metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto construcción Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz, El Porvenir, 2023?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Implementar la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto construcción Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz, El Porvenir, 2023.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Analizar y verificar la compatibilidad de los componentes del expediente técnico para las especialidades de estructuras y arquitectura del proyecto elaborado con el método tradicional de la institución educativa.
- ✓ Realizar el modelamiento mediante el software Revit de las especialidades de estructuras y arquitectura de la institución educativa.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos en el metrado aplicando la metodología BIM utilizando el software Revit con los datos adquiridos del expediente técnico.
- ✓ Elaborar un presupuesto de obra a partir de los metrados obtenidos mediante la aplicación de la metodología BIM considerando los análisis de precios unitarios del expediente técnico.
- ✓ Evaluar las ventajas, desventajas y describir la relación entre las variables metodología BIM y productividad en la institución educativa.

## **1.4.Hipótesis**

Existe relación entre la implementación de la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto construcción Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz, El Porvenir, 2023.

### **1.4.1. Hipótesis Nula**

No existe relación entre la implementación de la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto construcción Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz, El Porvenir, 2023.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Es de tipo aplicada, correlacional con orientación cuantitativa. En base a lo indicado por Hernandez, Fernández y Baptista, en su artículo “Metodología de la Investigación”, publicado el 2014, el objeto de las investigaciones correlacionales es identificar el grado de asociación entre las variables, así también nos referimos al enfoque cuantitativo, ello implica la recopilar datos para prueba de hipótesis mediante medición numérica, con ello se identifican las diferencias, similitudes y/o relación entre las bases de datos analizadas obteniendo hallazgos concisos y exactos.

#### 2.1.1. Según su propósito:

Esta investigación se enmarca en el tipo aplicada debido a que se indagaran estrategias para incorporar BIM cuyo propósito es aumentar la productividad durante el desarrollo de proyectos constructivos enfocándose en colegios ubicados en zonas urbanas.

#### 2.1.2. Según su profundidad:

Esta investigación pertenece al tipo correlacional, puesto que tiene como fin verificar la relación entre metodología BIM y productividad en procesos de diseño para proyectos constructivos desde la elaboración del expediente técnico.

#### 2.1.3. Según la naturaleza de datos:

Esta investigación se enmarca en el tipo cuantitativa, debido a que analiza datos reales de la muestra tomada, donde se realizará una comparación entre lo desarrollado siguiendo el proceso convencional del expediente técnico de un colegio a comparación del procedimiento utilizando la metodología BIM.

## **2.2. Diseño de Investigación:**

Tiene un diseño no experimental. Hernandez, Fernández y Baptista en su artículo "Metodología de la Investigación", publicado el 2014, indican que este diseño realiza la observación de las variables libre de manipulación en un entorno real. En esta investigación se utilizará softwares de diseño para un modelamiento digital de la estructura en un colegio con el proceso constructivo digitalizado que permite la obtención de resultados verídicos para su análisis e interpretación.

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

De acuerdo con Hernandez, Fernández y Baptista (2014) limita uso de objetos, individuos y medidas del fenómeno a estudiar, caracterizándose por determinar lugar, tiempo de la investigación; debe tener en cuenta algunas características esenciales como el objetivo y problema del estudio para seleccionarse la población.

La población tomada son los proyectos de instituciones educativas construidas en el distrito El Porvenir. Los criterios incluyentes que delimitan son:

- Instituciones públicas de gestión directa.
- Instituciones educativas públicas.
- Instituciones solo con turno mañana.
- Instituciones solo con nivel inicial.
- Instituciones con forma de atención escolarizada
- Instituciones en estado activo
- Estudiantes: sexo masculino y femenino.

Considerando estos criterios, la cantidad de instituciones educativas asciende a 61 en el Distrito de El Porvenir, Trujillo.

### 2.3.2. Muestra

Subconjunto representativo que permiten recolectar datos precisos de la población limitada, teniendo en cuenta la calidad y lo representativo según el estudio. Así mismo, esta muestra debe abarcar la mayor cantidad relacionada a la investigación en cuestión para que sea representativa. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Determina como técnica al muestreo no probabilístico porque los criterios para seleccionar no son estadísticos, sino racionales. El tipo de muestra es por conveniencia debido a la facilidad para acceder a datos relacionados al estudio.

Finalmente, seguirán estos pasos para la selección de la muestra:

- Buscar acceso rápido a la información del colegio N°2199 en el Porvenir, Provincia de Trujillo.
- Identificar el expediente técnico del proyecto e informar a la entidad sobre la investigación que se pretende realizar.
- Tener proximidad o contacto con los encargados del proyecto para realizar consultas y adquirir orientación en caso se considere necesario.

Se obtuvo como muestra por conveniencia, la Institución Educativa N°2199 Rayito de Luz ubicado en el distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo.

**Tabla 1.**  
*Matriz operacionalización variables*

**TÍTULO: "IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 2199 "RAYITO DE LUZ" EN EL PORVENIR, LA LIBERTAD, 2023"**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE 1</b>					
<b>METODOLOGÍA BIM</b>	Fomenta la eficiencia del proceso constructivo, puesto que está presente durante el ciclo de un proyecto, partiendo de la fase inicial y llegar a la ejecución. Además, sirve para planificar la construcción del edificio de manera simultánea, enfocando todos los aspectos con un correcto seguimiento del avance. (Eseverri, 2020)	Modelamiento 3D	Revit Estructuras Revit Arquitectura	Planos Registros Gráficos – Renders.	Razón
<b>VARIABLE 2</b>					
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	El uso de información, recursos y materiales ayuda a incrementar la producción de diversos servicios y bienes. Se califica a logros alcanzados y la estimación de tiempo que se tarda en lograrlo, además se asocia con la calidad y cantidad de los recursos empleados que genera beneficios de costo. (Sladogna, 2017).	Metrados Estimación de Costos	Partidas - Metrados Partidas – Costo	Tablas Resumen Tablas Comparativas Gráficos de barras.	Razón

*Nota:* Se muestra los conceptos de las variables estudiadas, se seleccionan los instrumentos de medición de acuerdo a cada indicador.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.4.1. Técnicas

Procedimientos que cumplan con un orden sistemático, generando que el investigador profundice conocimientos y plantee nuevas investigaciones. (Maya, 2014)

Los datos recolectados inician por el análisis documental respecto a los metrados y presupuesto entre el procedimiento tradicional y metodología BIM. Además, registro gráfico de la elaboración del modelamiento 3D, como planos y renders. Es importante tener la información completa del expediente técnico para realizar el análisis detallado por cada especialidad.

Criterios:

- ✓ Expediente técnico completo “Recuperación de la Infraestructura de la Institución Educativa Inicial Escolarizada N°2199 con Código Local N°-737316, Distrito De El Porvenir - Trujillo - La Libertad”.
- ✓ Planos de las 2 especialidades; arquitectura y estructuras.
- ✓ Metrados de cada partida.
- ✓ Presupuesto final.
- ✓ Modelamiento Revit.

### 2.4.2. Instrumentos

Es un formato de registro que forma parte de una investigación descriptiva mediante revisión de información y técnicas de recopilación. (Maya, 2014).

Parte de los registros incluye las fichas resumen, siendo las que permiten extraer lo más importante de la información recolectada de este proceso, la cual facilita relacionar las ideas. (Castro Taks & Salatino, 2016)

Es por ello, que en la presente investigación se utilizan fichas resumen. Por otro lado, las herramientas a utilizar son; Revit y Microsoft Excel.

### 2.4.3 Análisis de datos

Se ha empleado tablas comparativas para los metrados obtenidos del modelado y presupuestos de las especialidades estudiadas. Además, para el análisis de resultados se utiliza gráficos de barras en las partidas de mayor incidencia teniendo como referencia el presupuesto del expediente técnico.

### 2.5 Procedimiento

En la elaboración de esta investigación se siguió el siguiente orden para la obtención de resultados a partir de los objetivos previamente establecidos:

1. Solicitud del expediente técnico completo a la Municipalidad El Porvenir de la obra "Recuperación de la Infraestructura de la Institución Educativa Inicial Escolarizada N°2199 con Código Local N°737316, Distrito De El Porvenir - Trujillo - La Libertad".

#### Figura 3.

*Búsqueda en el registro de SSI del invierte.pe*



CÓDIGO ÚNICO	2428841	CÓDIGO SNIP	2428841	FECHA DE REGISTRO	21/08/2018
NOMBRE DE LA INVERSIÓN	RECUPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL ESCOLARIZADA N° 2199 CON CÓDIGO LOCAL N° 737316, DISTRITO DE EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD				

*Nota:* Resumen del proyecto I.E. 2199 en el Sistema de Seguimiento de Inversiones.

2. Elaboración del modelado tridimensional de estructuras y arquitectura en Revit.

2. Identificar las incompatibilidades a partir del modelamiento de estructuras y arquitectura.
4. Elaboración de planos utilizando el software Revit.
5. Ordenamiento de tablas de cantidades para la obtención de metrados en software Revit.
6. Elaboración de tablas comparativas de metrados para cada especialidad estudiada.
7. Cálculo del presupuesto utilizando la metodología BIM a partir del APU del expediente técnico.
8. Elaboración de tablas resumen, gráficos comparativos para identificar las incompatibilidades, ventajas, desventajas e identificar la relación entre metodología BIM y productividad.

### **2.5.1. Expediente Técnico**

La presente investigación inicia con la compilación de documentación referente al proyecto estudiado, para ello mediante **Carta N°066-2022-GODU-MDEP/ONRG** con fecha 02 de marzo del 2022 el Ing. Odmar Nilton Rodríguez Guzmán, GODU de la Municipalidad El Porvenir, entrega la autorización para utilizar como fuente de información el expediente técnico denominado **“Recuperación de la Infraestructura de la Institución Educativa Inicial Escolarizada N°2199, con código local N°737316, Distrito El Porvenir – Trujillo – La Libertad”** con CUI 2428841. Con ello, accedemos a la documentación digital elaborada mediante el método tradicional partiendo de modelos convencionales con un diseño 2D en Autocad. La información brindada tiene vital relevancia ya que será la guía para la determinación y ordenamiento de las partidas estructurales y arquitectónicas a evaluar, así como el diseño convencional elaborado mediante planos, el planteamiento general se muestra en la siguiente imagen, por otro

lado, se cuenta con tablas de cuantificación de metrados obtenidos manualmente, los diseños y dosificaciones de mezcla de concreto para los análisis de costos del presupuesto y especificaciones técnicas. Adicionalmente, se indica que, el expediente cuenta con memoria descriptiva, cronograma, informes de seguridad y salud, planos y demás informes técnicos.

**Figura 4.**

*Planeamiento general del proyecto en estudio*



*Nota:* Plano extraído del expediente técnico.

**2.5.2. Modelado en Revit para aplicación de metodología BIM**

Para iniciar con el modelamiento en el software Revit, es importante evaluar la capacidad del ordenador o portátil para su correcto funcionamiento, dentro de ello se tienen los siguientes requisitos mínimos según la escuela de diseño de Madrid:

- Sistema operativo Microsoft Windows 11 o 10 de 64 bits. Si trabajas con Mac, lo más recomendable es instalar BootCamp para comenzar a utilizar Windows.
- 30 GB libres en el disco duro.

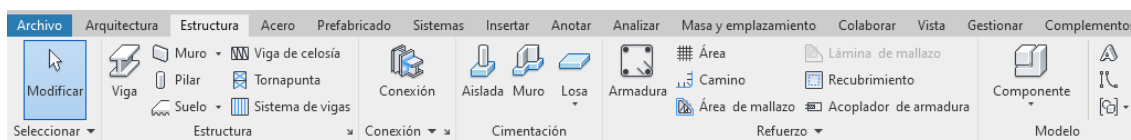
- Para proyectos más pesados, considera un disco duro de 10.000 rpm.
- Al menos 8 GB de RAM. Para modelos complejos deberás considerar 16 GB o 32 GB.
- Procesador Intel. En su defecto, Xeon, AMD o i-Series.
- Tarjeta gráfica compatible con Shader Model 3 y DirectX 11, con su propia memoria.
- Varios núcleos que permitan la ejecución de varias tareas.
- Pantalla 4K, para apreciar adecuadamente los colores y las formas.
- Ratón compatible con Microsoft o 3D connexion (Escuela de Diseño de Madrid, s.f.).

### 2.5.3. Modelado en Revit de estructuras

La presente investigación busca desarrollar un presupuesto optimizado a partir de los metrados obtenidos del software Revit para la especialidad de estructuras, para lo cual el modelamiento inicia estableciéndose los niveles de piso, fondo de cimentación y losa aligerada de la I.E. Rayito de Luz N°2199. A partir de ello, se procede a insertar y fijar los planos estructurales de cimentación en el NTN  $\pm 0.00$ , para así iniciar con el levantamiento 3D de elementos de cimentación, estructuras, losas, siguiendo las especificaciones técnicas establecidas dentro del expediente. Para el levantamiento de los elementos se utilizan los comandos de la cinta de la pestaña estructuras mostrados a continuación:

**Figura 5.**

*Cinta de herramientas estructuras*



*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

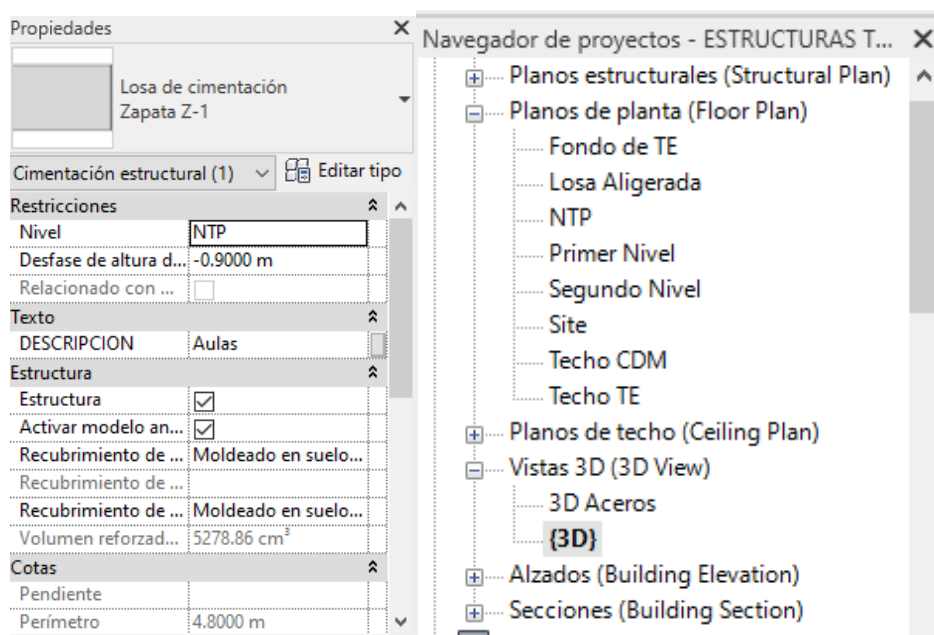
El diseño y levantamiento se realiza en la vista en planta, siguiendo el árbol establecido en el navegador de proyectos, así mismo se puede visualizar las vistas 3D,

para lo cual se recomienda la creación de una nueva para independizar el modelamiento del acero.

Se tiene en cuenta las dimensiones de elementos, medidas de alturas y anchos de vanos de los elementos de confinamiento y arriostre, también se asigna el recubrimiento según cada elemento estructural. Así mismo se indica que, cada modelado debe denominarse de forma estratégica para su identificación dentro de las tablas de metrado, por ejemplo, en el caso de las zapatas se clasificaron por tipo como se muestra en la figura 6. Para el correcto modelamiento se crean familias para las columnas, placas, muros armados para tanque elevado y cisterna, ladrillos de techo y columnetas, los demás elementos se diseñan en planta.

**Figura 6.**

*Propiedades - Navegador de proyectos*



*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

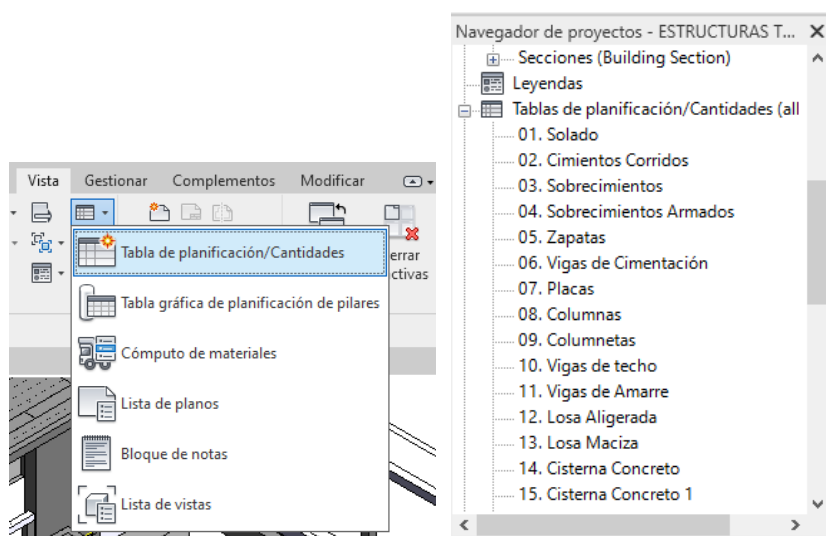
Por otro lado, también se realiza el modelamiento de las estructuras de acero, para lo cual se tuvo gran hincapié en los diámetros y longitudes indicados en los planos tradicionales del expediente técnico, así como su distribución y separación utilizando el

comando Armadura, para facilitar su ejecución se procedió a realizar cortes transversales para una mejor visualización del acero.

El programa Revit también es un instrumento digital que simplifica la adquisición de metrados mediante tablas parametrizadas. Para ello es importante establecer ciertos parámetros que permitan clasificar la información de forma adecuada para su entendimiento durante la ejecución. Para ello, nos dirigimos a la pestaña vista, y seleccionamos tablas de planificación/cantidades, con ello las tablas creadas se visualizan dentro del Navegador de Proyectos, a partir de ello la información contenida en las tablas podrán ser exportadas dentro de una plantilla de Excel que posteriormente servirá en la preparación del presupuesto.

**Figura 7.**

*Tabla de planificación/cantidades*



*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

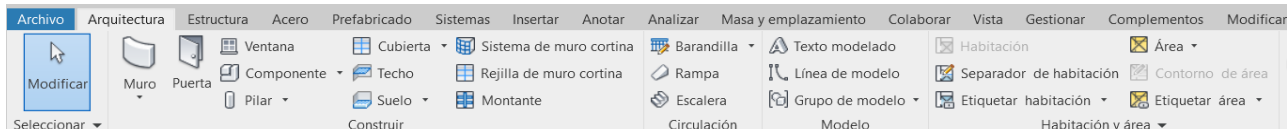
#### **2.5.4. Modelado en Revit de Arquitectura**

El modelamiento de Arquitectura inicia con la vinculación del plano arquitectónico en AutoCAD, luego se añade el modelado de estructuras en Revit para empezar a colocar los elementos de acuerdo con las especificaciones; falso piso, pisos y

pavimentos, muros, puertas, ventanas, revoques revestimientos, cielorrasos, pintura, contra zócalos, zócalos, veredas, sardineles, cunetas, patio. Se utilizan los comandos de la cinta de la pestaña Arquitectura presentada en la siguiente figura:

### **Figura 8.**

#### *Cinta de herramientas arquitectura*

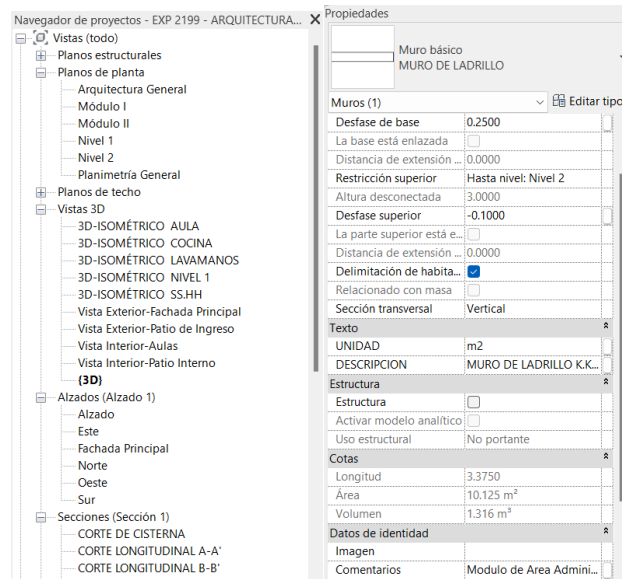


*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

El diseño y levantamiento se efectúa en la vista en planta en el navegador de proyectos donde se creó niveles, módulos y planimetría general teniendo como ventaja que conforme se modela cada elemento se puede visualizar en 3D y crear vistas de ambientes en específicos. Esta opción permite comprobar las especificaciones requeridas en las alturas de muros, espesor en revoques y revestimientos, asignar materiales y colocar mobiliarios. Cada elemento se asigna un nombre representativo con el cual será identificado en las tablas de metrados, por ejemplo, en el caso de muros de ladrillo se modela utilizando el comando “muro básico” y se le asigna el nombre “Muro de Ladrillo K.K. de Soga, Mezcla 1:5” con sus propiedades según corresponda (ver figura 9).

### **Figura 9.**

#### *Propiedades - Navegador de proyectos*

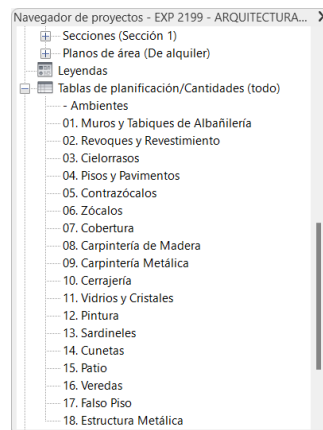


*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

Los metrados extraídos se detallan en las tablas de planificación/cantidades, se considera todas las partidas y el sustento de forma detallada.

**Figura 10.**

*Tabla de planificación/cantidades*



*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

Asimismo, se indica que para el desarrollo del modelamiento del colegio estudiado aplicando la metodología BIM, se tendrá en cuenta niveles de detalle específicos de acuerdo con la gestión de información y desarrollo asignado, los cuales serán los siguientes:

- **Nivel de Información (LOI):** Se trabaja con un nivel **LOI 4**, ya que con el modelamiento se proporciona información necesaria para la selección de productos durante la fase de selección de proveedores y/o fabricantes, se cuenta con dimensiones y materiales en cada elemento modelado.
- **Nivel de Detalle (LOD):** Se trabaja con un nivel **LOD 3**, debido a que los elementos a modelarse contarán con la representación visual adecuada para la etapa de definiciones técnicas.
- **Nivel de Desarrollo (LOD):** Se trabaja con un nivel **LOD 300**, ya que el modelado 3D representa gráficamente el proyecto, cuenta con información específica de cantidades, tamaños, formas, ubicaciones y orientaciones.

### 2.5.5. Vinculación del modelado estructuras - arquitectura

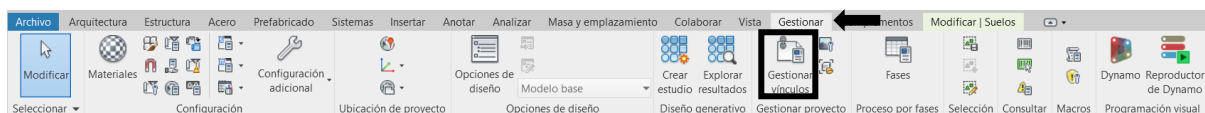
Se realizó la gestión de vínculos del modelado de estructuras y arquitectura en Revit, esta herramienta es de fundamental utilidad, con ella se logra la integración de ambas especialidades. Además, con ella se detectan incompatibilidades y se anticipa a corregirlas en tiempo real durante su fase de elaboración.

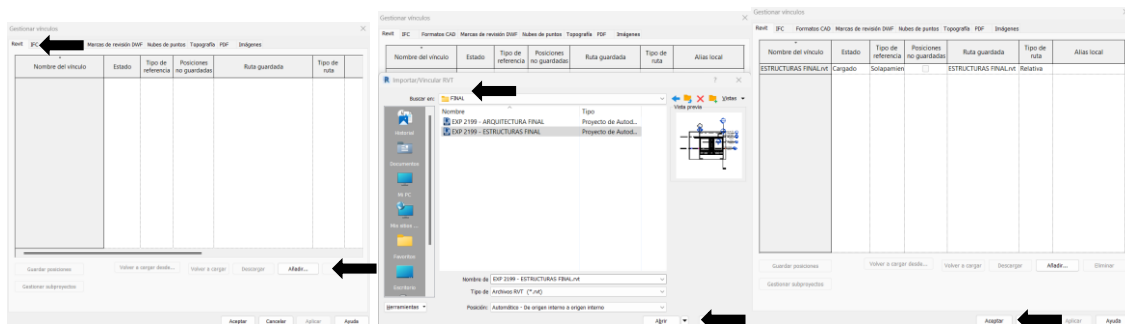
A continuación, se detalla los pasos de la vinculación de nuestro proyecto:

Cinta de Herramientas - Gestionar - Gestionar Vínculos - Revit - Añadir - Importar/  
Vincular RVT – Seleccionar Archivo - Abrir - Aceptar.

### Figura 11.

*Secuencia de vinculación*





*Nota:* Extraído de Autodesk Revit 2022.

### 2.5.6. Presupuesto utilizando la metodología BIM

El expediente técnico contiene un presupuesto base obtenido del software S10 – Costos y Presupuestos con fecha julio 2020, tanto en estructuras como arquitectura.

A partir de ello, se emplea el desagregado de partidas consideradas dentro del metrado, con las cuantificaciones obtenidos a partir del software Revit aplicando los precios unitarios del presupuesto base para obtener uno nuevo optimizado de estructuras y arquitectura, aplicando al costo directo, 12 % de GG, 8 % de U y 18 % de IGV. Posteriormente, ordenar los datos en una tabla comparativa que muestre las diferencias por cada partida, adicionalmente, se obtendrá el resumen de las partidas más significantes para demostrar la diferencia en gráficos de barras.

### 2.5.7. Planos y Renders

Los planos en el proyecto son la representación gráfica, sirven de guía ya que permiten especificar de forma ordenada; el diseño, detalles constructivos, dimensiones, revestimientos, etc., durante la fase de ejecución y garantiza la mejora en el proceso de mantenimiento.

Los renders del proyecto tienen como finalidad mostrar las imágenes en 3D de forma realista, son las representaciones en detalle de lo que se quiere mostrar a través del formato virtual, el cual permite tener el alcance del resultado final de obra.

## 2.6. Aspectos Éticos

Esta investigación tiene un índice confidencial, puesto que la información obtenida del proyecto se utilizará como base de datos respetando los derechos de autor mediante citas bibliográficas estilo APA y así guiar a los lectores hacia la fuente original en caso se desee ahondar en el tema.

Los datos del proyecto se gestionaron como unidad de estudio a la Municipalidad de El Porvenir mediante la autorización y entrega del expediente técnico, con el propósito de realizar investigaciones que promuevan la implementación de nuevas tecnologías en la construcción puesto que, ello es un gran aporte al desarrollo del país. El contar con el acceso a esta información permite realizar la sustentación del estudio realizado.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En base al primer objetivo, se realiza una tabla para clasificar las incompatibilidades del expediente técnico con el método tradicional y el modelamiento en Revit en estructuras y arquitectura de la Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz en El Porvenir, Trujillo, La Libertad. Las incompatibilidades se agrupan por módulos, se coloca una descripción breve y se procede a detallar cada observación.

**Tabla 2.**

*Cuadro resumen de incompatibilidades en estructuras y arquitectura.*

ITEM	ESPECIALIDAD	MÓDULO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
01	Estructuras	Portada de Ingreso	Detalle de ubicación de columnas de portada de ingreso	En la lámina E-10 indica que el ancho total de la portada de ingreso es de 4.80 m, sin embargo, en el plano de cimentación general PCG-01 se tiene un espacio de una longitud de 6.47 m, quedando un sobrante que no presenta detalle. No se identifica la ubicación exacta y fondo de cimentación en plano.
02	Estructuras	Portada de Ingreso	Intersección entre viga 25x45 de portada con losa aligerada de aula	En la lámina E-10 se indica que la medida de altura de puerta y portón es de 3.00 m, se evidencia que la viga de peralte 45 cm, se transpone a la losa del módulo de aulas del lado derecho.
03	Estructuras	Portada de Ingreso	Faltan detalles de distribución de acero en vigas 25x45	En la lámina E-10 no se evidencia el detalle de la viga de 25x45, así como la distribución de los estribos ni diámetro a utilizar.
04	Estructuras	Cerco Perimétrico	Falta colocación de niveles	En la lámina E-10, en el cerco perimétrico no se identifican los niveles de fondo de cimentación, sin embargo, de acuerdo con el corte 1-1, se visualiza que la cimentación inicia en el NPT +0.15.
05	Estructuras	Módulo de Administración, SUM y Aulas	Incongruencia entre profundidad de vigas de cimentación	En la lámina E-05, E-07, E-01 se revisó los niveles de profundidad de las vigas de cimentación, en los cortes "Detalle de zapata típica" y "corte 1-1" se evidenció una incompatibilidad, ya que las cotas de fondo de cimentación de la viga muestran una diferencia de 10 cm entre ambos.

<b>06</b>	Estructuras	Módulo de Administración, SUM y Aulas	Incongruencia entre niveles de fondo de vigas de cimentación	En la lámina E-05, E-07, E-01 en los detalles por tramo se muestra que las vigas de cimentación estarían conectando con las zapatas al mismo NFC, lo cual es contradictorio con el "Detalle de zapata típica" y con lo graficado en planta, en donde se muestra que las vigas de cimentación van de cara a cara de columna encima de las zapatas.
<b>07</b>	Estructuras	Módulo de Administración	Incompatibilidad en nomenclatura de columnas entre planos de cimentación y detalles	En la lámina E-05 se muestra detalles de tramos entre C3-PL2, PL1-PL2, PL1-C1, C2-PL2, sin embargo, en planta únicamente se tienen columnas con nomenclaturas C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 y C-5.
<b>08</b>	Estructuras	Módulo de Administración	Incompatibilidad en nomenclatura y sección de columnas entre planos de cimentación y aligerado	En la vista en planta de la lámina E-06 Aligerado, se muestra columnas tipo T y L con nomenclaturas diferentes a las indicadas en el plano de cimentación en donde se presentan únicamente columnas rectangulares.
<b>09</b>	Estructuras	Módulo de Administración	Incompatibilidad entre plano y detalles referente a existencia de volado	En el eje superior del plano en planta del aligerado en la lámina E-06, se muestra un volado para el lado izquierdo ya que la estructura del tanque elevado es muy cercana y existiría sobreposición si se coloca un volado en ese lado, sin embargo, de acuerdo con el detalle presentado en la parte inferior del tramo C3-C4, se muestra un volado a cada lado.
<b>10</b>	Estructuras	Módulo de Administración, SUM y Aulas	Ausencia de detalles de acero respecto a vigas de amarre y dinteles	En los planos de estructuras únicamente se tiene detalle de las columnetas mas no de las viguetas de amarre de los vanos, así como los dinteles.
<b>11</b>	Estructuras	Módulo de Salón de Usos Múltiples	Falta detalles respecto a cimientos corridos interiores.	En la lámina E-07, los cimientos corridos entre los ejes B - C y 01 - 03 no presentan ningún detalle y/o corte, por lo cual no se logra identificar su profundidad, así como las viguetas de amarre y dinteles de puertas y ventanas.
<b>12</b>	Estructuras	Módulo de Salón de Usos Múltiples	Mayor longitud de acero en tramo corto de concreto en viga de cimentación.	En el eje B-B tramo 02-03 en la lámina E-07, en el cual se conecta PL-4 y PL-5, se indica que el peralte de la viga de cimentación es 0.60 m con 5.16 m de longitud, sin embargo, en el detalle del acero colocan barras longitudinales de 5/8" de 5.97 m, quedando el acero expuesto ya que el siguiente tramo tiene 0.50 m de peralte.

13	Estructuras	Módulo de Saló de Usos Múltiples	de	Mayor longitud de refuerzo en tramo corto en viga de techo.	En la lámina E-08, en el pórtico 1 el acero longitudinal en el centro de la viga de techo tiene un largo de 7.02 m, sin embargo, dicho tramo únicamente posee 6.71 m; por lo cual el acero quedaría expuesto. De la misma manera en el pórtico 2, la longitud de acero supera la del tramo quedando a la intemperie.
14	Estructuras	Módulo de Saló de Usos Múltiples	de	Omisión de placa estructural en detalle presentado.	En la lámina E-07, en el detalle del tramo C-2 a PL-5, y C-1 a C-3 se está omitiendo la presencia de un tercer pilar PL-3 y PL-2 respectivamente ubicados en planta. La misma omisión se repite en el detalle para el acero en la lámina E-08 de aligerado en los pórticos 2 y 4.
15	Estructuras	Módulo de Aulas	de	Mayor longitud de acero en tramo corto de concreto en viga de cimentación.	En el eje B-B de la lámina E-02, se indica que en el tramo C-1 y PL-1 se tiene una barra longitudinal de 5.79 m, sin embargo, la medida del tramo es de 5.20 m; por lo cual el acero quedaría expuesto ya que el tramo aldedaño tiene un peralte inferior de 10 cm menos. La misma situación se presenta en el tramo PL-4 y C-2.
16	Estructuras	Módulo de Aulas	de	Mayor longitud de acero en tramo corto de concreto en viga de cimentación.	En la lámina E-02, el tramo de C-1 y C-3 es de 6.80 m de longitud y las barras longitudinales son de 7.80 m quedando expuesto. Además, se indica que está incompatibilidad se repite en todos los ejes verticales del 01 al 08.
17	Estructuras	Módulo de Aulas	de	Omisión de existencia de placa estructural en detalles de cimentación.	En el eje 1-1 de la lámina E-01 se visualiza que en el medio de esas dos columnas está ubicada la columna PL-5, sin embargo, en la lámina E-02 no se evidencia su existencia. Del mismo modo, esta incongruencia se repite en el eje 6-6.
18	Estructuras	Módulo de Aulas	de	Omisión de existencia de placa estructural en detalles de vigas de techo.	En la lámina E-03 se evidencia incompatibilidad presentada en la cimentación para los pórticos 3 y 8, ya que en los cortes se omite la existencia de PL-5 y PL-6 respectivamente.
19	Estructuras	Módulo de Aulas	de	Incompatibilidad entre vista en planta con detalles presentados	En los cortes y detalles de vigas de cimentación como vigas de techo muestran columnas rectangulares en los ejes longitudinales, sin embargo, en planta se indican columnas T.
20	Estructuras	Módulo de Aulas	de	Desfase en ubicación de columnetas	Las columnetas de confinamiento ubicadas entre los ejes 3 y 4 fueron sobrepuestas en el plano de aligerado, evidenciándose un pequeño pinto, el cual demuestra desfase en su ubicación. Adicionalmente no se tiene ningún detalle de estos elementos.

21	Estructuras	Módulo de Aulas	Incompatibilidad entre plano y detalles referente a existencia de volado	En el módulo de Aulas aledaño al módulo administrativo indica el plano en planta que no posee volado en la parte superior (pórtico 1), sin embargo, en la lámina E-04 presenta incompatibilidad ya que los cortes en los tramos del Pórtico 5 al 8 se muestra detalle de acero correspondiente a volados que no existen.
22	Estructuras	Tanque Elevado y Cisterna	Cotas sin escalar	En la lámina E - 09, se indica que en el corte 10-10 se tiene un ancho de 1.75 m de separación entre muros armados de la cisterna, sin embargo, con esta longitud se transponen a los dos muros aledaños, se revisó el acotamiento, determinando que no estaban escaladas, por lo cual se corrigió y utilizó para el modelado.
23	Arquitectura	Cerco perimétrico - Portada de Ingreso	Incongruencia muro de ladrillo de soga con la viga peraltada.	En el Tramo 01 la altura de muros es de 3.00 m, según los planos a partir del N.P.T. 0.15m hasta el nivel de fondo de losa 3.35m, pero se evidencia que habría intersección de losa con la viga para colocar el muro que va sobre esta en la parte de la fachada.
24	Arquitectura	Cerco perimétrico - Portada de Ingreso	Cobertura de Área de Juegos.	En donde se encuentra el cerco perimétrico del área de juegos no presenta detalles para realizar el modelamiento de la cubierta.
25	Arquitectura	Módulo de área Administrativa	Viguetas debajo de las Ventanas falta de detalle.	En la ventana Eje A: V-01 2.00m x 1.50m tiene un alfeizer de 1.20, la altura del espacio es de 3.00m, por ende, se colocó una vigueta la cual no se detalla en los planos, pero se consideró por proceso constructivo.
26	Arquitectura	Módulo de área Administrativa	Instalación de puerta machimbrada de madera tornillo	En la puerta P-06 1.20m x 2.10m, la altura del espacio es de 3.00m, por consiguiente, se colocó una vigueta, la cual no se detalla en los planos, pero se consideró por proceso constructivo.
27	Arquitectura	Módulo de SUM	Incongruencia del sobrecimiento donde se apoya el Muro de ladrillo.	Entre Ejes B-C y Ejes 1-2 se presenta incongruencia en cimiento y sobrecimiento en el ingreso al ambiente de la cocina ya que no presenta detalle; por ello el muro y la puerta se debe adecuar a la ubicación del modelo.
28	Arquitectura	Módulo de SUM	Inclinación no detallada en los muros.	Eje A-A los muros en la parte posterior se encontraban inclinados de acuerdo con el dibujo en el plano de Arquitectura General, pero en los planos de Arquitectura por Módulos no presenta ningún detalle.
29	Arquitectura	Módulo de SUM	Incongruencia con el sardinel.	El sardinel colocado en la entrada de la puerta P - 01 en el Eje B-B interrumpe el paso, debido a las medidas colocadas que figuran en el 2D.

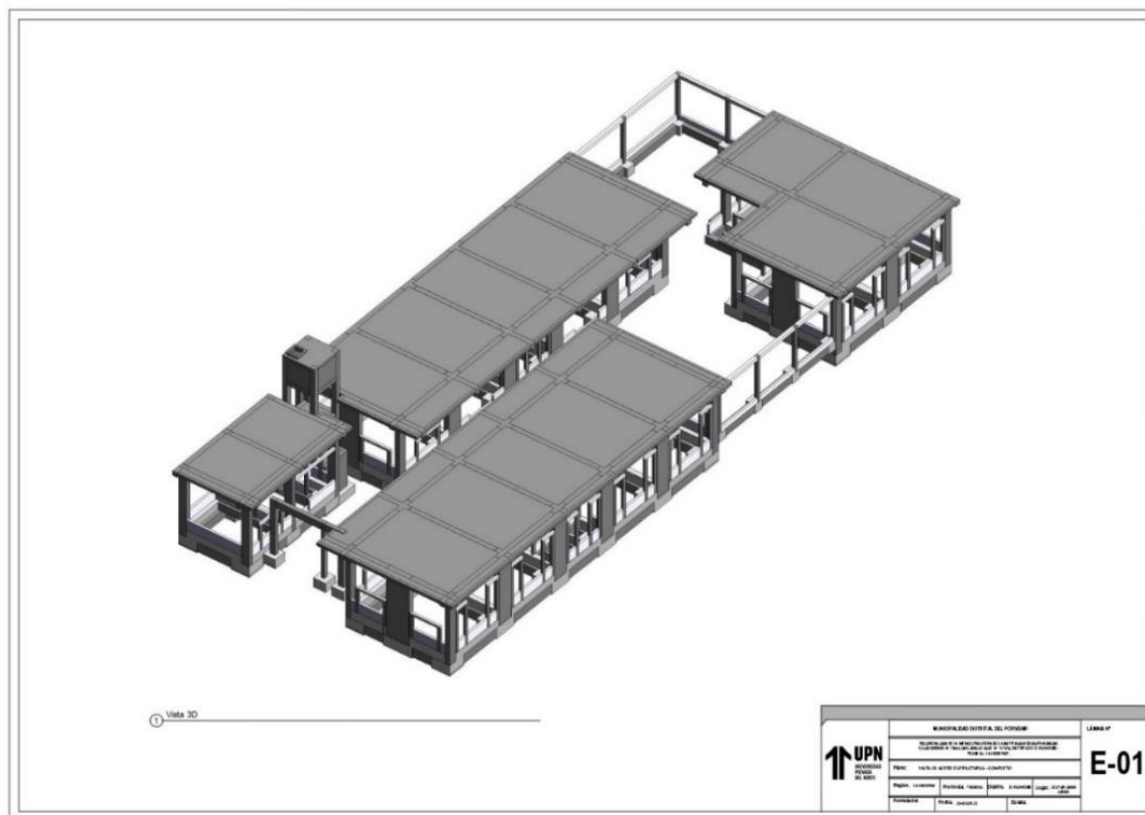
30	Arquitectura	Módulo de Aulas	Incongruencia de alfeizer para colocar la ventana.	De acuerdo con los planos del expediente, en el cuadro de vanos la altura de ventana VA - 01 es de 0.80m y el alfeizer es de 1.90m, pero en los planos de detalle en el corte se aprecia la incongruencia en la altura del alfeizer la cual debe ser 2.20m.
----	--------------	-----------------	--	---

*Nota:* Las incompatibilidades fueron detectadas durante el proceso de modelado en el software Revit, en la tabla mostrada se describe y explica cada una de ellas clasificándolas por módulo.

Del mismo modo, en base al segundo objetivo, se realiza el modelamiento estructural, el cual comprende elementos de concreto armado y concreto simple. En las siguientes imágenes se muestra el modelado general en 3D de las estructuras de concreto y acero. Además, se obtuvieron metrados mediante tablas de cantidades.

**Figura 12.**

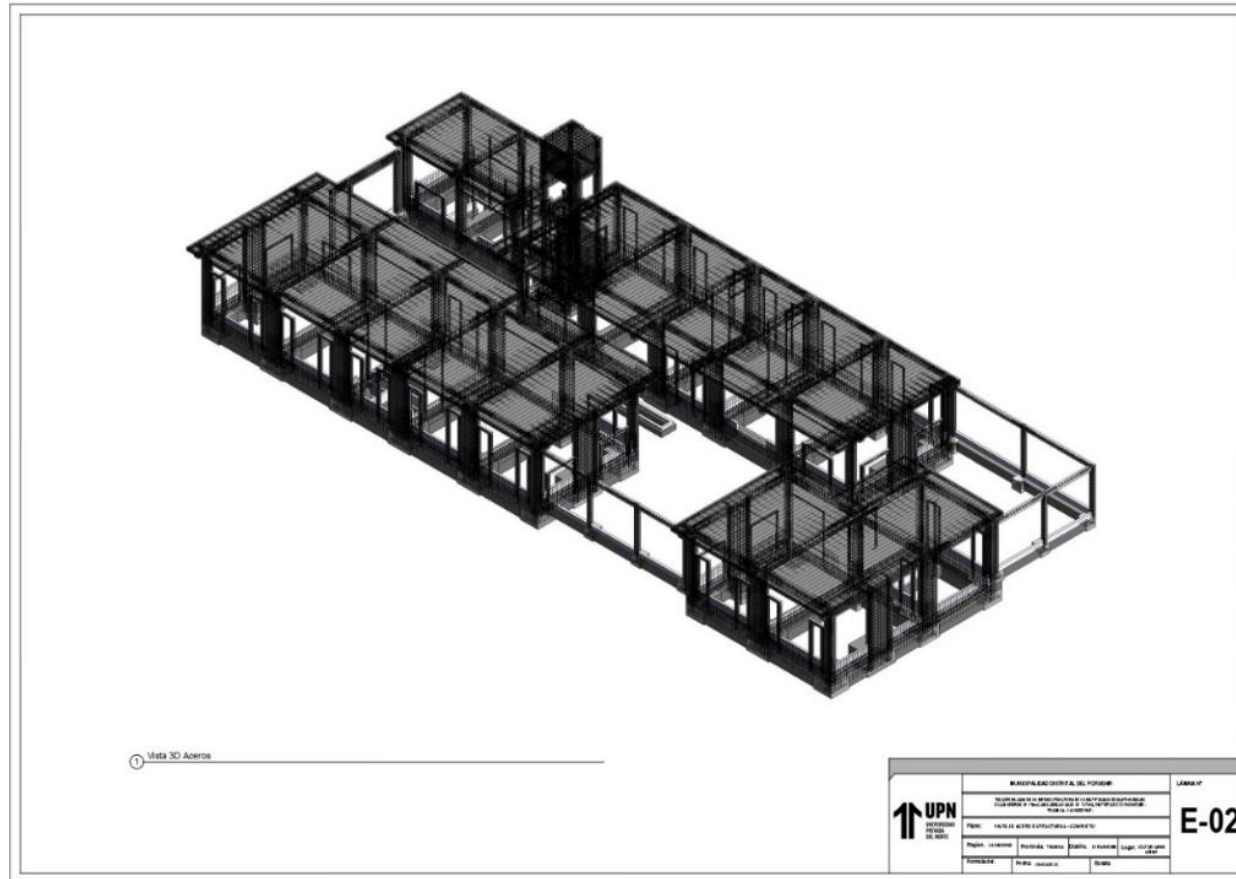
*Modelado estructural general 3D*



*Nota:* Se presenta el levantamiento estructural completo de la I.E. 2199 en Autodesk Revit.

**Figura 13.**

*Modelado armadura estructural 3*



*Nota:* Se presenta el levantamiento de las estructuras de acero elaboradas en Autodesk Revit.

**Figura 14.**

*Metrados Revit estructuras - Losa aligerada*

<12. Losa Aligerada>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo	DESCRIPCION	Área	Volumen
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	13.50 m <sup>2</sup>	1.21 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	13.50 m <sup>2</sup>	1.22 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	0.37 m <sup>2</sup>	0.05 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	1.18 m <sup>2</sup>	0.09 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	1.18 m <sup>2</sup>	0.09 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	0.12 m <sup>2</sup>	0.01 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	0.12 m <sup>2</sup>	0.01 m <sup>3</sup>
Suelo	Losa Aligerada h=0.20 m	Administración	1.40 m <sup>2</sup>	0.15 m <sup>3</sup>
			31.38 m <sup>2</sup>	2.82 m <sup>3</sup>

*Nota:* Extraído del modelado de la I.E. 2199 en Autodesk Revit.

**Figura 15.**

*Metrados Revit estructuras - Acero en zapatas*

<18. Acero en Zapatas>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Categoría de anfitrión	Tipo	Elemento	DESCRIPCION	Longitud de barra	Volumen de refuer	Recuento	Peso (kg)
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cerco Perimétrico	450 mm	228.02 cm <sup>3</sup>	5	8.95
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cerco Perimétrico	500 mm	253.35 cm <sup>3</sup>	13	25.85
Cerco Perimétrico: 18						18	34.80
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	800 mm	405.37 cm <sup>3</sup>	2	6.36
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	1300 mm	329.36 cm <sup>3</sup>	1	2.59
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	1300 mm	1646.80 cm <sup>3</sup>	1	12.93
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	1990 mm	504.17 cm <sup>3</sup>	4	15.83
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	1990 mm	2520.87 cm <sup>3</sup>	2	39.58
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	2580 mm	1307.31 cm <sup>3</sup>	1	10.26
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	2690 mm	5792.93 cm <sup>3</sup>	1	45.47
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	2700 mm	684.06 cm <sup>3</sup>	3	16.11
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	2710 mm	2403.06 cm <sup>3</sup>	2	37.73
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	4000 mm	1013.41 cm <sup>3</sup>	2	15.91
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	4000 mm	5067.07 cm <sup>3</sup>	1	39.78
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Cisterna	4940 mm	1251.57 cm <sup>3</sup>	1	9.82
Cimentación estructural	3/8"	Zapata	Cisterna	1300 mm	92.63 cm <sup>3</sup>	2	1.45
Cimentación estructural	3/8"	Zapata	Cisterna	1300 mm	185.26 cm <sup>3</sup>	1	1.45
Cisterna: 24						24	255.28
Cimentación estructural	1/2"	Zapata	Portada	650 mm	411.70 cm <sup>3</sup>	6	19.39
Portada: 6						6	19.39
Cimentación estructural	5/8"	Zapata	Z-1	1270 mm	1256.87 cm <sup>3</sup>	1	9.87
Cimentación estructural	5/8"	Zapata	Z-1	1270 mm	1759.62 cm <sup>3</sup>	39	538.71
Z-1: 40						40	548.57
Cimentación estructural	5/8"	Zapata	Z-2	1370 mm	2711.68 cm <sup>3</sup>	6	127.72
Cimentación estructural	5/8"	Zapata	Z-2	1970 mm	2729.49 cm <sup>3</sup>	6	128.56
Z-2: 12						12	256.28

*Nota:* Extraído del modelado de la I.E. 2199 en Autodesk Revit.

**Figura 16.**

*Metrados Revit estructuras - Relleno de afirmado*

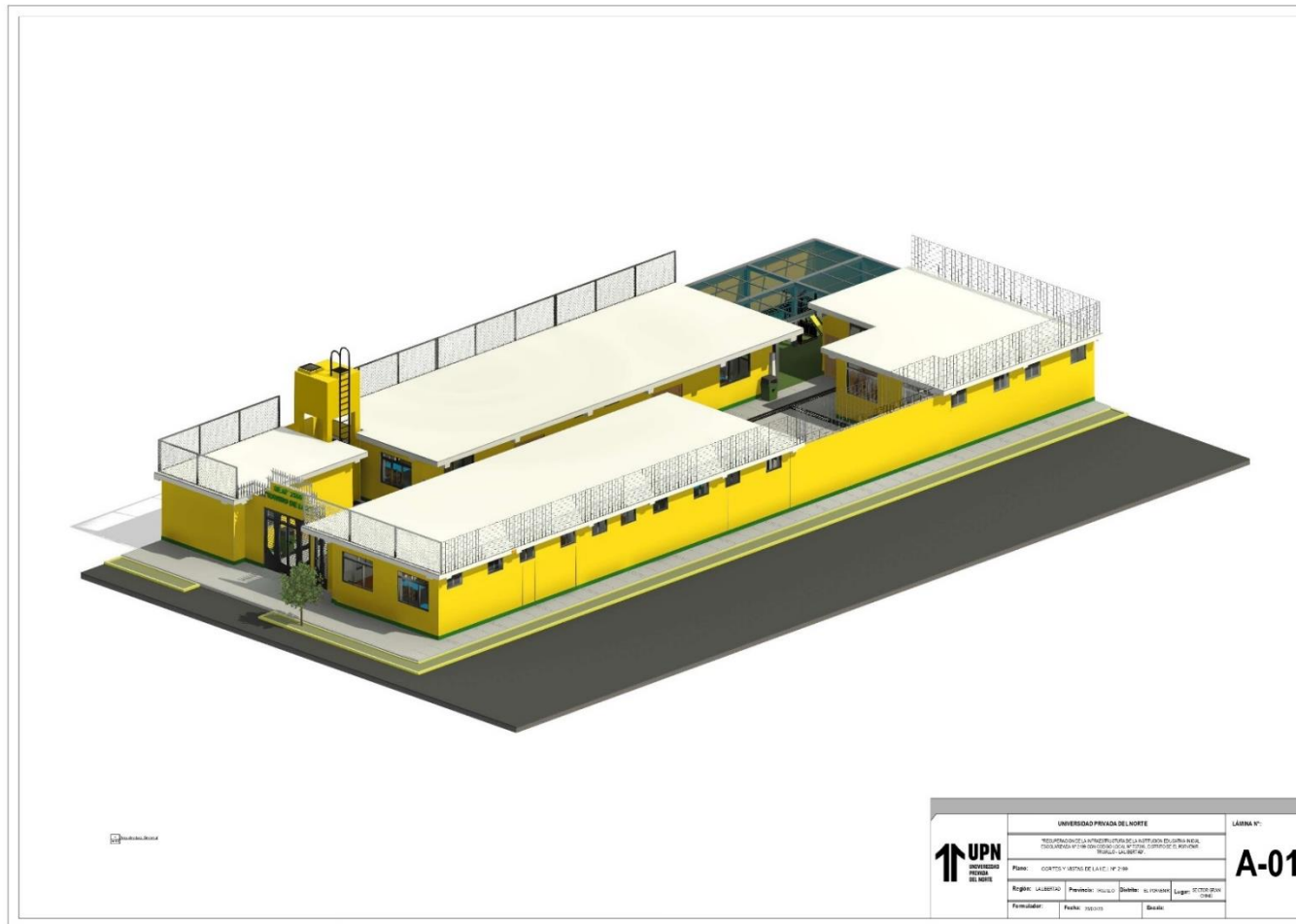
<39. Relleno de Afirmado>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo	Descripcion	Volumen	Área
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Administración	4.60 m <sup>3</sup>	31 m <sup>2</sup>
Administración: 1			4.60 m <sup>3</sup>	31 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Aulas	12.03 m <sup>3</sup>	80 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Aulas	0.43 m <sup>3</sup>	3 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Aulas	9.02 m <sup>3</sup>	60 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Aulas	12.04 m <sup>3</sup>	80 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Aulas	9.02 m <sup>3</sup>	60 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Aulas	0.43 m <sup>3</sup>	3 m <sup>2</sup>
Aulas: 6			42.98 m <sup>3</sup>	287 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Sardinel	0.41 m <sup>3</sup>	3 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	Sardinel	0.39 m <sup>3</sup>	3 m <sup>2</sup>
Sardinel: 2			0.79 m <sup>3</sup>	5 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	SUM	13.33 m <sup>3</sup>	89 m <sup>2</sup>
Suelo	Relleno Afirmado h=0.15	SUM	0.17 m <sup>3</sup>	1 m <sup>2</sup>
SUM: 2			13.50 m <sup>3</sup>	90 m <sup>2</sup>
Total general: 11			61.87 m <sup>3</sup>	412 m <sup>2</sup>

*Nota:* Extraído del modelado de la I.E. 2199 en Autodesk Revit.

Por otro lado, el modelo arquitectónico comprende muros, revoques y revestimientos, cielorrasos, contrapisos, pisos, pintura, vidrios, cerrajería y mobiliarios. En las siguientes imágenes se muestra el modelo general en 3D, considerando vistas y cortes específicos de los módulos. Así mismo, se genera tablas de cuantificación de metrados.

**Figura 17.**

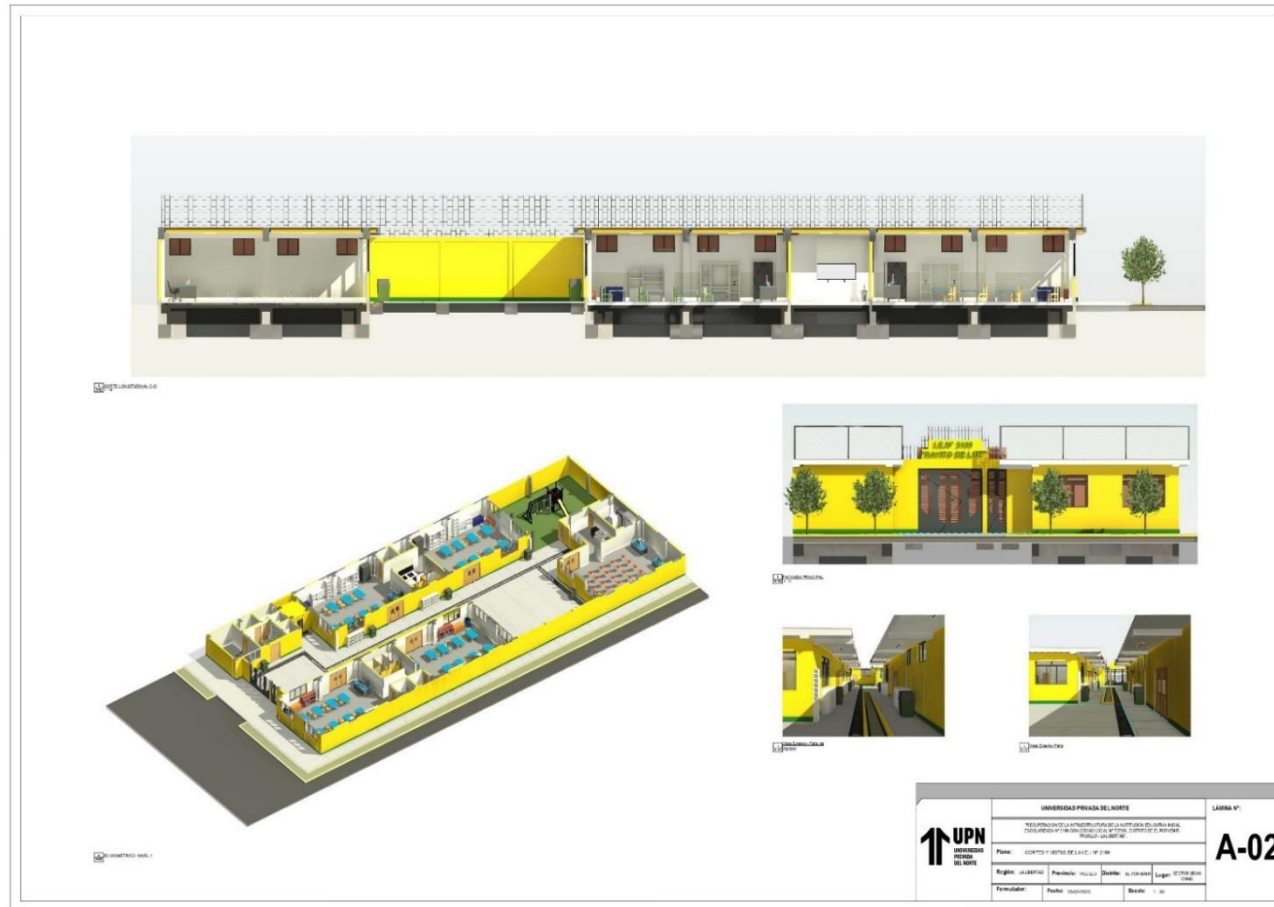
*Modelado arquitectónico 3D - Arquitectura general*



*Nota:* Se presenta el levantamiento de la especialidad de arquitectura elaboradas en Autodesk Revit.

**Figura 18.**

*Modelado arquitectónico general - Fachada*



*Nota:* Se muestra cortes del levantamiento 3D, se evidencia la cimentación vinculada, la fachada y ambientes interiores en el modelado en Autodesk Revit.



**Figura 20.**

*Metrados Revit arquitectura - Muros y tabiques de albañilería*

<02.01.01. MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA>				
A	B	C	D	E
Familia y tipo	Ambiente	DESCRIPCION	Unidad	Área
<b>Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso</b>				
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	11.77 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	8.10 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	12.14 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	8.11 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	6.51 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	2.50 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	7.89 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	8.14 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Cerco Perimetrico - Portada de Ingreso	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	8.11 m²
				73.26 m²
<b>Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años</b>				
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	2.38 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.51 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	2.86 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	6.51 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.24 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	2.67 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.22 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	2.13 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.25 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.52 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	2.40 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	0.78 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.36 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.36 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	0.88 m²
Muro básico: MURO DE LADRILLO	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años	MURO DE LADRILLO K.K DE SOGA, MEZCLA 1:5	m2	1.24 m²

*Nota:* Extraído del modelado de la I.E. 2199 en Autodesk Revit.

**Figura 21.**

*Metrados Revit arquitectura - Revoques y revestimientos*

<02.02.11 ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM>			
A	B	C	D
PARTIDA 1	AMBIENTE	Material: UNIDAD	Material: Área
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.56 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.56 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.39 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.39 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.56 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.56 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.72 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4	m2	0.72 m²
Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 3 y 4 años: 8			4.46 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.57 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.57 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.39 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.39 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.56 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.56 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.72 m²
ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 año	m2	0.72 m²
Modulo de 02 aulas + SS.HH.- 5 años: 8			4.47 m²
Total general: 16			8.93 m²

*Nota:* Extraído del modelado de la I.E. 2199 en Autodesk Revit.

Los planos y renders obtenidos utilizando la metodología BIM mediante el programa Revit 2022 se adjunta como anexos al final de esta investigación.

En tercer lugar, se extrajo los metrados de las tablas de cantidades en Revit donde se realizó la comparación con el método tradicional, se tiene un listado partidas resumen en la cual se visualiza las variaciones de los metrados respetando cada unidad de medida para estructuras y arquitectura.

**Tabla 3.**  
*Resumen de metrados de estructuras*

ITEM	PARTIDAS	UND	METRADO	
			TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
<b>01.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>01.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
<b>01.01.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>			
01.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA SARDINELES	M3	3,56	2,80
01.01.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	M3	6,38	6,38
01.01.01.03	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ZAPATAS DE ESTRUCTURA METALICA	M3	1,86	0,90
01.01.01.04	EXCAVACIÓN MANUAL PARA PATIO	M3	19,15	22,14
01.01.01.05	EXCAVACIÓN MANUAL PARA VEREDAS	M3	10,67	11,15
01.01.01.06	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA ZAPATAS	M3	187,19	150,91
01.01.01.07	EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN TERRENO NORMAL SUELTO	M3	7,32	5,07
01.01.01.08	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA CIMIENTOS DE VIGAS DE CIMENTACION	M3	127,32	129,38
01.01.01.09	EXCAVACIÓN DE ZANJA MANUAL DE CIMIENTO DE MUROS	M3	5,08	16,16
<b>01.01.02</b>	<b>CORTES</b>			
01.01.02.01	CORTE DE TERRENO MASIVO MANUAL	M3	45,34	43,35
<b>01.01.03</b>	<b>RELLENOS</b>			
01.01.03.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	123,86	70,04
01.01.03.02	RELLENO CON AFIRMADO E= 0.15 M. PARA RECIBIR FALSO PISO	M2	398,55	412,10
<b>01.01.04</b>	<b>ELIMINACIONES</b>			
01.01.04.01	ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	259,94	318,20
<b>01.01.05</b>	<b>NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN</b>			
01.01.05.01	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA PATIO	M2	138,77	147,63
01.01.05.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA VEREDAS	M2	71,10	74,32

01.01.05.03	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN INTERIOR DE TERRENO	M2	414,33	412,10
<b>01.02</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>			
<b>01.02.01</b>	<b>SARDINELES</b>			
01.02.01.01	CONCRETO CICLOPEO PARA CIMIENTO EN SARDINELES	M3	3,56	2,80
01.02.01.02	SARDINEL DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	1,19	0,63
01.02.01.03	SARDINEL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	23,73	18,65
<b>01.02.02</b>	<b>CUNETAS</b>			
01.02.02.01	CUNETA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	5,20	5,17
01.02.02.02	CUNETA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	10,33	10,33
<b>01.02.03</b>	<b>PATIO</b>			
01.02.03.01	PATIO DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 ACABADO FROTACHADO	M2	150,01	151,05
01.02.03.02	PATIO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	12,40	12,59
<b>01.02.04</b>	<b>VEREDAS</b>			
01.02.04.01	VEREDA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 ACABADO FROTACHADO CON BRUÑAS 1X1MT	M2	71,10	62,59
01.02.04.02	VEREDA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	22,22	18,32
<b>01.02.05</b>	<b>SOLADOS</b>			
01.02.05.01	SOLADO PARA ZAPATAS E=4" - CONCRETO 1:12	M2	142,86	93,93
<b>01.02.06</b>	<b>CIMIENOS CORRIDOS</b>			
01.02.06.01	CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30% P.G.	M3	63,72	63,98
01.02.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (EN CISTERNA)	M2	2,76	3,35
<b>01.02.07</b>	<b>SOBRECIMIENOS</b>			
01.02.07.01	SOBRECIMIENTO - CONCRETO 1:8 + 25% P.M.	M3	5,73	3,38
01.02.07.02	SOBRECIMIENTO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	44,95	57,64
<b>01.02.08</b>	<b>FALSO PISO</b>			
01.02.08.01	FALSO PISO E=4" MEZCLA 1:10	M2	411,49	340,24
01.02.08.02	DADO DE CONCRETO DE APOYO f'c=175 kg/cm2	M3	0,04	0,04
01.02.08.03	PENDIENTE DE FONDO DE TANQUE ELEVADO f'c=210 kg/cm2	M3	0,51	0,51
<b>01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>			
<b>01.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>			
01.03.01.01	ZAPATAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	59,58	54,39
01.03.01.02	ZAPATAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.985,21	1.767,40
<b>01.03.02</b>	<b>VIGAS DE CIMENTACIÓN</b>			
01.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACION - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	43,38	42,74
01.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	209,61	161,10
01.03.02.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	5.298,24	5.299,10
<b>01.03.03</b>	<b>SOBRECIMIENTO REFORZADO</b>			
01.03.03.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	17,10	12,02
01.03.03.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	139,09	183,09
01.03.03.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.710,92	1.270,35

<b>01.03.04</b>	<b>PLACAS</b>			
01.03.04.01	PLACAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	37,10	44,97
01.03.04.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	340,72	353,13
01.03.04.03	PLACAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	6.697,61	5.601,49
<b>01.03.05</b>	<b>COLUMNAS</b>			
01.03.05.01	COLUMNAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	22,45	17,65
01.03.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	238,58	194,95
01.03.05.03	COLUMNAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	3.295,83	3.256,86
<b>01.03.06</b>	<b>COLUMNETA DE CONFINAMIENTO</b>			
01.03.06.01	COLUMNETA - CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	10,30	7,14
01.03.06.02	COLUMNETA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	176,48	121,70
01.03.06.03	COLUMNETA - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.476,52	1.181,34
<b>01.03.07</b>	<b>VIGAS</b>			
01.03.07.01	VIGAS - CONCRETO F'C = 210 Kg/CM2	M3	50,60	35,60
01.03.07.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	325,77	289,12
01.03.07.03	VIGAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	5.960,40	6.011,68
<b>01.03.08</b>	<b>VIGAS DE AMARRE</b>			
01.03.08.01	VIGAS DE AMARRE - CONCRETO F'C = 210 Kg/CM2	M3	2,30	2,61
01.03.08.02	VIGAS DE AMARRE - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	36,06	48,62
01.03.08.03	VIGAS DE AMARRE - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	354,26	485,65
<b>01.03.09</b>	<b>LOSA ALIGERADA</b>			
01.03.09.01	LOSA ALIGERADA H=0.20 - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	50,58	42,91
01.03.09.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	561,97	453,23
01.03.09.03	LOSA ALIGERADA - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.536,76	1.730,80
01.03.09.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO PARA TECHO DE 15x30x30 CM.	UND	4.889,14	3.943,10
<b>01.03.10</b>	<b>LOSAS MACIZAS</b>			
01.03.10.01	LOSA MACIZA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	4,08	1,88
01.03.10.02	LOSA MACIZA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	25,49	12,51
01.03.10.03	LOSA MACIZA - ACERO CORRUGADO FY= 4200 KG/CM2 GRADO 60	KG	424,91	167,46
<b>01.03.12</b>	<b>CISTERNA</b>			
01.03.12.01	CISTERNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	5,58	4,25
01.03.12.02	CISTERNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	57,20	17,07
01.03.12.03	CISTERNA - ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	280,58	291,43
<b>01.03.13</b>	<b>TANQUE ELEVADO</b>			
01.03.13.01	TANQUE ELEVADO - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	3,46	1,72
01.03.13.02	TANQUE ELEVADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	31,48	15,68
01.03.13.03	TANQUE ELEVADO - ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	195,98	120,20
<b>01.04</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>			
01.04.01	PILARES METÁLICOS PARA ESTRUCTURA	ML	24,00	17,82
01.04.02	VIGAS METÁLICAS PARA ESTRUCTURA	ML	50,31	47,61
01.04.03	ANCLAJES PARA ESTRUCTURA METÁLICA	GLB	1,00	1,00

*Nota:* En la tabla se muestra el comparativo del metrado obtenido del modelo tradicional vs aplicando la metodología BIM con Autodesk Revit en estructuras.

**Tabla 4.**  
*Resumen de metrados de arquitectura.*

ITEM	PARTIDAS	UND	METRADO	
			TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
<b>02.00</b>	<b>ARQUITECTURA</b>			
<b>02.01</b>	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA</b>			
02.01.01	MURO DE LADRILLO K.K. DE SOGA, MEZCLA 1:5	M2	471,55	459,76
<b>02.02</b>	<b>REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>			
02.02.01	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO	M2	77,66	90,73
02.02.02	TARRAJEO FROTACHADO EN MUROS INTERIORES C: A 1:5	M2	446,72	459,07
02.02.03	TARRAJEO FROTACHADO EN MUROS EXTERIORES C: A 1:5	M2	414,33	433,86
02.02.04	TARRAJEO EN EXTERIORES DE SOBRECIMENTOS	M2	6,12	6,06
02.02.05	TARRAJEO DE COLUMNAS - SUPERFICIE	M2	384,54	408,16
02.02.06	TARRAJEO DE VIGAS - SUPERFICIE	M2	255,33	202,72
02.02.07	VESTIDURA DE DERRAMES C: A 1:5	ML	301,26	301,65
02.02.08	TARRAJEO INT. FROTACHADO EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO, E= 2.00CM, MEZCLA 1:1 C: A + ADIT. IMPERMEABILIZANTE	M2	34,92	29,03
02.02.09	TARRAJEO EXT. EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO, E= 1.50CM, MEZCLA 1:5 C: A	M2	25,59	37,22
02.02.10	ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	M2	2,60	2,57
02.02.11	ENCHAPE EN MESADA DE COCINA CON CERÁMICO 30X30 CM	M2	17,28	12,30
<b>02.03</b>	<b>CIELORRASOS</b>			
02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA C: A 1:5 E=1.5	M2	524,15	475,58
<b>02.04</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>02.04.01</b>	<b>CONTRAPISOS</b>			
02.04.01.01	CONTRAPISO DE 40 MM. MEZCLA 1:5	M2	398,55	387,91
02.04.01.02	CONTRAPISO DE 40 mm C/IMPERMEABILIZANTE BASE 5 CM MEZCLA 1:5 ACAB PASTA	M2	579,28	557,68
<b>02.04.02</b>	<b>PISOS Y VARIOS</b>			
02.04.02.01	PISO CERÁMICO ANTIDESLIZANTE 30 X 30 CM.	M2	75,68	62,95
02.04.02.02	PISO PORCELANATO DE ALTO TRANSITO DE 60 x 60 CM.	M2	338,25	338,31
02.04.02.03	INSTALACIÓN DE GRASS SINTETICO EN JUEGOS PARA NIÑOS	M2	62,74	62,89
<b>02.05</b>	<b>CONTRAZÓCALOS</b>			
02.05.01	CONTRAZÓCALO DE CERÁMICO DE H = 20 CM.	ML	343,20	227,44
<b>02.06</b>	<b>ZÓCALOS</b>			
02.06.01	ZÓCALO CERÁMICO 30X30 CM	M2	103,25	113,93
<b>02.07</b>	<b>COBERTURAS</b>			

02.07.01	COBERTURA DE POLICARBONATO DE 8mm. INC/ESTRUCTURA	M2	62,74	55,27
<b>02.08</b>	<b>CARPINTERÍA DE MADERA</b>			
02.08.01	PUERTAS DE MELAMINE	M2	5,52	6,70
02.08.02	TABICUERÍA DE MELAMINE EN SS.HH.	M2	15,30	12,62
<b>02.09</b>	<b>CARPINTERIA METÁLICA</b>			
02.09.01	REJILLA METÁLICA EN CUNETAS	ML	47,25	47,42
02.09.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PORTÓN METÁLICO DE INGRESO 3.00 X 3.00	UND	1,00	1,00
02.09.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA METÁLICA EN INGRESO DE CONTROL 0.90 x 3.00	UND	1,00	1,00
02.09.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA DE CUARTO DE MÁQUINA (0.70 x 2.00M)	UND	1,00	1,00
02.09.05	VENTANAS METÁLICAS CON PERFILES	M2	70,92	73,64
02.09.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TAPA METÁLICA SANITARIA DE 0.80 x 0.80M; e=1/8"	UND	2,00	2,00
02.09.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESCALERA TIPO GATO EMPOTRADA DE ALUMINIO P/CISTERNA (6 peld; tubo 30mm* e=3mm; A=0.45)	GLB	1,00	1,00
02.09.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESCALERA TIPO GATO EMPOTRADA CON Fo.Go. DE 1 1/2" Y PELDAÑOS DE 1" + PROTECCIÓN	GLB	1,00	1,00
<b>02.10</b>	<b>CERRAJERÍA</b>			
02.10.01	BISAGRA DE FIERRO PARA PUERTAS DE MADERA DE 4"x4"	UND	66,00	66,00
02.10.02	CERRADURA DE DOBLE GOLPE	UND	6,00	6,00
02.10.03	CERRADURA DE PERILLA LLAVE EXTERIOR Y BOTON INTERIOR	UND	11,00	11,00
02.10.04	PICAPORTE DE ALUMINIO 3" PARA PUERTA	UND	6,00	6,00
<b>02.11</b>	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>			
02.11.01	VENTANAS DE VIDRIO LAMINADO	M2	55,20	55,20
02.11.02	VENTANAS DE VIDRIO TEMPLADO	M2	14,94	14,64
02.11.03	ESPEJO DE 4MM BISELADO PARA SS.HH.	M2	4,32	2,52
<b>02.12</b>	<b>PINTURA</b>			
02.12.01	PINTURA ESMALTE EN SARDINELES	M2	27,69	23,62
02.12.02	PINTURA ANTICORROSIVA Y ESMALTE 02 MANOS - CARPINTERIA METÁLICA	M2	19,33	21,98
02.12.03	PINTURA EN MUROS INTERIORES CON PINTURA SUPERMATE	M2	432,72	459,07
02.12.04	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON PINTURA SUPERMATE	M2	395,59	433,72
02.12.05	PINTURA EN SOBRECIMENTOS C/LATEX	M2	6,12	6,06
02.12.06	PINTURA EN COLUMNAS C/LATEX	M2	369,42	408,16
02.12.07	PINTURA EN VIGAS C/LATEX	M2	255,33	202,72
02.12.08	PINTURA VESTIDURA DE DERRAMES C/LATEX	ML	301,26	301,65
02.12.09	PINTURA EN CIELORRASOS CON LATEX	M2	510,96	475,58
02.12.10	PINTURA EN PUERTAS DE MADERA BARNIZ	M2	42,84	47,88

02.12.11	PINTURA ESMALTE EN VENTANAS	M2	80,54	82,88
02.12.12	PINTURA ESMALTE EN PUERTAS METÁLICAS	M2	13,10	13,10
02.12.13	PINTURA ESMALTE PARA LETRAS EN INGRESO PRINCIPAL	GLB	1,00	1,00
<b>02.13</b>	<b>VARIOS LIMPIEZA Y JARDINERIA</b>			
02.13.01	LIMPIEZA FINAL	M2	1252,04	1240,52
02.13.02	JUEGOS MECÁNICOS	GLB	1,00	1,00

*Nota:* En la tabla se muestra el comparativo del metrado de las partidas arquitectónicas obtenido del modelo tradicional vs aplicando la metodología BIM.

En cuarto lugar, a partir de los metrados presentados anteriormente y utilizando los APUS del expediente técnico se obtiene un nuevo presupuesto con la influencia BIM.

**Tabla 5.**  
*Resumen de presupuesto de estructuras.*

ITEM	PARTIDAS	UND	TRADICIONAL			METODOLOGÍA BIM		
			METRADO	PARCIAL	TOTAL	METRADO	PARCIAL	TOTAL
<b>01.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>499.628,24</b>			<b>447.764,06</b>
<b>01.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>14.204,57</b>			<b>13.301,89</b>
<b>01.01.01</b>	<b>EXCAVACIONES</b>				<b>14.204,57</b>			<b>13.301,89</b>
01.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA SARDINELES	M3	3,56	38,64	137,56	2,80	38,64	108,19
01.01.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	M3	6,38	38,64	246,52	6,38	38,64	246,52
01.01.01.03	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ZAPATAS DE ESTRUCTURA METALICA	M3	1,86	38,64	71,87	0,90	38,64	34,78
01.01.01.04	EXCAVACIÓN MANUAL PARA PATIO	M3	19,15	38,64	739,96	22,14	38,64	855,66
01.01.01.05	EXCAVACIÓN MANUAL PARA VEREDAS	M3	10,67	38,64	412,29	11,15	38,64	430,76
01.01.01.06	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA ZAPATAS	M3	187,19	38,64	7.233,02	150,91	38,64	5.830,99
01.01.01.07	EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN TERRENO NORMAL SUELTO	M3	7,32	33,80	247,42	5,07	33,80	171,37
01.01.01.08	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA CIMIENTOS DE VIGAS DE CIMENTACION	M3	127,32	38,64	4.919,64	129,38	38,64	4.999,05
01.01.01.09	EXCAVACIÓN DE ZANJA MANUAL DE CIMIENTO DE MUROS	M3	5,08	38,64	196,29	16,16	38,64	624,58
<b>01.01.02</b>	<b>CORTES</b>				<b>1.226,45</b>			<b>1.172,59</b>
01.01.02.01	CORTE DE TERRENO MASIVO MANUAL	M3	45,34	27,05	1.226,45	43,35	27,05	1.172,59
<b>01.01.03</b>	<b>RELLENOS</b>				<b>6.090,43</b>			<b>5.126,43</b>
01.01.03.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	123,86	20,18	2.499,49	70,04	20,18	1.413,41
01.01.03.02	RELLENO CON AFIRMADO E= 0.15 M. PARA RECIBIR FALSO PISO	M2	398,55	9,01	3.590,94	412,10	9,01	3.713,02
<b>01.01.04</b>	<b>ELIMINACIONES</b>				<b>6.805,23</b>			<b>8.330,37</b>
01.01.04.01	ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	259,94	26,18	6.805,23	318,20	26,18	8.330,37
<b>01.01.05</b>	<b>NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN</b>				<b>3.289,53</b>			<b>3.341,44</b>
01.01.05.01	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA PATIO	M2	138,77	5,27	731,32	147,63	5,27	778,01
01.01.05.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN PARA VEREDAS	M2	71,10	5,27	374,70	74,32	5,27	391,67
01.01.05.03	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN INTERIOR DE TERRENO	M2	414,33	5,27	2.183,52	412,10	5,27	2.171,77

<b>01.02</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>46.392,23</b>			<b>41,714.74</b>
<b>01.02.01</b>	<b>SARDINELES</b>				<b>2.067,89</b>			<b>1,521.25</b>
01.02.01.01	CONCRETO CICLOPEO PARA CIMIENTO EN SARDINELES	M3	3,56	179,00	637,24	2.80	179,00	501.20
01.02.01.02	SARDINEL DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	1,19	342,36	407,41	0.63	342,36	215.69
<b>01.02.01.03</b>	<b>SARDINEL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	M2	23,73	43,12	1.023,24	18.65	43,12	804.36
<b>01.02.02</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>2.225,70</b>			<b>2,215.43</b>
01.02.02.01	CUNETA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	5,20	342,36	1.780,27	5.17	342,36	1,770.00
01.02.02.02	CUNETA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	10,33	43,12	445,43	10.33	43,12	445.43
<b>01.02.03</b>	<b>PATIO</b>				<b>6.440,58</b>			<b>6,489.72</b>
01.02.03.01	PATIO DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 ACABADO FROTACHADO	M2	150,01	39,37	5.905,89	151.05	39,37	5,946.84
01.02.03.02	PATIO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	12,40	43,12	534,69	12.59	43,12	542.88
<b>01.02.04</b>	<b>VEREDAS</b>				<b>3.757,33</b>			<b>3,254.13</b>
01.02.04.01	VEREDA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 ACABADO FROTACHADO CON BRUÑAS 1X1MT	M2	71,10	39,37	2.799,21	62.59	39,37	2,464.17
01.02.04.02	VEREDA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	22,22	43,12	958,13	18.32	43,12	789.96
<b>01.02.05</b>	<b>SOLADOS</b>				<b>4.544,38</b>			<b>2,987.91</b>
01.02.05.01	SOLADO PARA ZAPATAS E=4" - CONCRETO 1:12	M2	142,86	31,81	4.544,38	93.93	31,81	2,987.91
<b>01.02.06</b>	<b>CIMIENOS CORRIDOS</b>				<b>11.582,24</b>			<b>11,654.45</b>
01.02.06.01	CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30% P.G.	M3	63,72	179,90	11.463,23	63.98	179,90	11,510.00
01.02.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (EN CISTERNA)	M2	2,76	43,12	119,01	3.35	43,12	144.45
<b>01.02.07</b>	<b>SOBRECIMIENOS</b>				<b>3.494,00</b>			<b>3,402.93</b>
01.02.07.01	SOBRECIMIENTO - CONCRETO 1:8 + 25% P.M.	M3	5,73	271,51	1.555,75	3.38	271,51	917.70
01.02.07.02	SOBRECIMIENTO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	44,95	43,12	1.938,24	57.64	43,12	2,485.22
<b>01.02.08</b>	<b>FALSO PISO</b>				<b>12.280,11</b>			<b>10,188.92</b>
01.02.08.01	FALSO PISO E=4" MEZCLA 1:10	M2	411,49	29,35	12.077,23	340.24	29,35	9,986.04
01.02.08.02	DADO DE CONCRETO DE APOYO f'c=175 kg/cm2	M3	0,04	342,36	13,69	0.04	342,36	13.69
01.02.08.03	PENDIENTE DE FONDO DE TANQUE ELEVADO f'c=210 kg/cm2	M3	0,51	370,95	189,18	0.51	370,95	189.18
<b>01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>416.151,73</b>			<b>369,737.33</b>
<b>01.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>				<b>36.041,99</b>			<b>32,680.23</b>
01.03.01.01	ZAPATAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	59,58	440,00	26.215,20	54.39	440,00	23,931.60

01.03.01.02	ZAPATAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.985,21	4,95	9.826,79	1,767.40	4,95	8,748.63
<b>01.03.02</b>	<b>VIGAS DE CIMENTACIÓN</b>				<b>54.351,87</b>			<b>51,982.56</b>
01.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACION - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	43,38	440,00	19.087,20	42.74	440,00	18,805.60
01.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	209,61	43,12	9.038,38	161.10	43,12	6,946.42
01.03.02.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	5.298,24	4,95	26.226,29	5,299.10	4,95	26,230.55
<b>01.03.03</b>	<b>SOBRECIMIENTO REFORZADO</b>				<b>22.090,70</b>			<b>19,703.35</b>
01.03.03.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	17,10	430,48	7.361,21	12.02	430,48	5,174.37
01.03.03.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	139,09	45,01	6.260,44	183.09	45,01	8,240.75
01.03.03.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.710,92	4,95	8.469,05	1,270.35	4,95	6,288.23
<b>01.03.04</b>	<b>PLACAS</b>				<b>68.553,99</b>			<b>67,410.07</b>
01.03.04.01	PLACAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	37,10	459,10	17.032,61	44.97	459,10	20,645.73
01.03.04.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	340,72	53,91	18.368,22	353.13	53,91	19,036.97
01.03.04.03	PLACAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	6.697,61	4,95	33.153,17	5,601.49	4,95	27,727.38
<b>01.03.05</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>39.483,00</b>			<b>34,734.33</b>
01.03.05.01	COLUMNAS - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	22,45	459,10	10.306,80	17.65	459,10	8,103.12
01.03.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	238,58	53,91	12.861,85	194.95	53,91	10,509.75
01.03.05.03	COLUMNAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	3.295,83	4,95	16.314,36	3,256.86	4,95	16,121.46
<b>01.03.06</b>	<b>COLUMNETA DE CONFINAMIENTO</b>				<b>21.156,84</b>			<b>15,412.85</b>
01.03.06.01	COLUMNETA - CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	10,30	420,78	4.334,03	7.14	420,78	3,004.37
01.03.06.02	COLUMNETA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	176,48	53,91	9.514,04	121.70	53,91	6,560.85
01.03.06.03	COLUMNETA - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.476,52	4,95	7.308,77	1,181.34	4,95	5,847.63
<b>01.03.07</b>	<b>VIGAS</b>				<b>78.936,12</b>			<b>69,354.81</b>
01.03.07.01	VIGAS - CONCRETO F'C = 210 Kg/CM2	M3	50,60	459,10	23.230,46	35.60	459,10	16,343.96
01.03.07.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	325,77	80,43	26.201,68	289.12	80,43	23,253.92
01.03.07.03	VIGAS - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	5.960,40	4,95	29.503,98	6,011.50	4,95	29,756.93
<b>01.03.08</b>	<b>VIGAS DE AMARRE</b>				<b>5.709,82</b>			<b>7,513.20</b>
01.03.08.01	VIGAS DE AMARRE - CONCRETO F'C = 210 Kg/CM2	M3	2,30	459,10	1.055,93	2.61	459,10	1,198.25
01.03.08.02	VIGAS DE AMARRE - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	36,06	80,43	2.900,31	48.62	80,43	3,910.83

01.03.08.03	VIGAS DE AMARRE - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	354,26	4,95	1.753,59	485.68	4,95	2,404.12
<b>01.03.09</b>	<b>LOSA ALIGERADA</b>				<b>72.405,03</b>			<b>61,799.21</b>
01.03.09.01	LOSA ALIGERADA H=0.20 - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	50,58	459,10	23.221,28	42.91	459,10	19,699.98
01.03.09.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	561,97	46,84	26.322,67	453.23	46,84	21,229.29
01.03.09.03	LOSA ALIGERADA - ACERO F'Y=4,200 KG/CM2	KG	1.536,76	4,95	7.606,96	1,730.80	4,95	8,567.46
01.03.09.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO PARA TECHO DE 15x30x30 CM.	UND	4.889,14	3,12	15.254,12	3,943.10	3,12	12,302.48
<b>01.03.10</b>	<b>LOSAS MACIZAS</b>				<b>5.511,46</b>			<b>2,448.00</b>
01.03.10.01	LOSA MACIZA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	4,08	437,80	1.786,22	1.88	437,80	823.06
01.03.10.02	LOSA MACIZA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	25,49	63,63	1.621,93	12.51	63,63	796.01
01.03.10.03	LOSA MACIZA - ACERO CORRUGADO FY= 4200 KG/CM2 GRADO 60	KG	424,91	4,95	2.103,30	167.46	4,95	828.93
<b>01.03.12</b>	<b>CISTERNA</b>				<b>7.417,26</b>			<b>4,350.18</b>
01.03.12.01	CISTERNA - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	5,58	428,81	2.392,76	4.25	428,81	1,822.44
01.03.12.02	CISTERNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	57,20	63,56	3.635,63	17.07	63,56	1,085.16
01.03.12.03	CISTERNA - ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	280,58	4,95	1.388,87	291.43	4,95	1,442.58
<b>01.03.13</b>	<b>TANQUE ELEVADO</b>				<b>4.493,63</b>			<b>2,348.55</b>
01.03.13.01	TANQUE ELEVADO - CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	3,46	437,80	1.514,79	1.72	437,80	753.02
01.03.13.02	TANQUE ELEVADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	31,48	63,81	2.008,74	15.68	63,81	1,000.54
01.03.13.03	TANQUE ELEVADO - ACERO FY= 4200 KG/CM2	KG	195,98	4,95	970,10	120.20	4,95	594.99
<b>01.04</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>				<b>5.468,08</b>			<b>5,039.26</b>
01.04.01	PILARES METÁLICOS PARA ESTRUCTURA	ML	24,00	48,29	1.158,96	17.82	48,29	860.53
01.04.02	VIGAS METÁLICAS PARA ESTRUCTURA	ML	50,31	48,29	2.429,47	47.61	48,29	2,299.09
01.04.03	ANCLAJES PARA ESTRUCTURA METÁLICA	GLB	1,00	1.879,65	1.879,65	1.00	1.879,65	1,879.65
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>499.628,24</b>			<b>447,764.06</b>
	GASTOS GENERALES (12%)				59.955,39			53,731.69
	UTILIDAD (8%)				39.970,26			35,821.12
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>599.553,89</b>			<b>537,316.87</b>
	IGV (18%)				107.919,70			96,717.04
	<b>TOTAL</b>				<b>707.473,59</b>			<b>634,033.91</b>

Nota: Se evidencia el comparativo de los presupuestos obtenidos con el método tradicional y la metodología BIM en estructuras.

**Tabla 6.**  
*Resumen de presupuesto de arquitectura.*

ITEM	PARTIDAS	UND	TRADICIONAL			METODOLOGÍA BIM		
			METRADO	PARCIAL	TOTAL	METRADO	PARCIAL	TOTAL
<b>02.00</b>	<b>ARQUITECTURA</b>							
<b>02.01</b>	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA</b>				<b>33.173,54</b>			<b>32.344,12</b>
02.01.01	MURO DE LADRILLO K.K. DE SOGA, MEZCLA 1:5	M2	471,55	70,35	33.173,54	459,76	70,35	32.344,12
<b>02.02</b>	<b>REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>				<b>63.057,96</b>			<b>63.002,45</b>
02.02.01	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO	M2	77,66	19,68	1.528,35	90,73	19,68	1.785,57
02.02.02	TARRAJEO FROTACHADO EN MUROS INTERIORES C: A 1:5	M2	446,72	27,69	12.369,68	459,07	27,69	12.711,65
02.02.03	TARRAJEO FROTACHADO EN MUROS EXTERIORES C: A 1:5	M2	414,33	27,69	11.472,80	433,86	27,69	12.013,58
02.02.04	TARRAJEO EN EXTERIORES DE SOBRECIMENTOS	M2	6,12	24,69	151,10	6,06	24,69	149,62
02.02.05	TARRAJEO DE COLUMNAS - SUPERFICIE	M2	384,54	42,18	16.219,90	408,16	42,18	17.216,19
02.02.06	TARRAJEO DE VIGAS - SUPERFICIE	M2	255,33	47,39	12.100,09	202,72	47,39	9.606,90
02.02.07	VESTIDURA DE DERRAMES C: A 1:5	ML	301,26	17,03	5.130,46	301,65	17,03	5.137,10
02.02.08	TARRAJEO INT. FROTACHADO EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO, E= 2.00CM, MEZCLA 1:1 C: A + ADIT. IMPERMEABILIZANTE	M2	34,92	45,68	1.595,15	29,03	45,68	1.326,09
02.02.09	TARRAJEO EXT. EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO, E= 1.50CM, MEZCLA 1:5 C: A	M2	25,59	42,39	1.084,76	37,22	42,39	1.577,76
02.02.10	ENCHAPE EN LAVADERO CON CERAMICO 20X30 CM	M2	2,60	67,44	175,34	8,93	67,44	602,24
02.02.11	ENCHAPE EN MESADA DE COCINA CON CERÁMICO 30X30 CM	M2	17,28	71,20	1.230,34	12,30	71,20	875,76
<b>02.03</b>	<b>CIELORRASOS</b>				<b>28.414,17</b>			<b>25.781,19</b>
02.03.01	CIELORRASO CON MEZCLA C: A 1:5 E=1.5	M2	524,15	54,21	28.414,17	475,58	54,21	25.781,19
<b>02.04</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				<b>64.201,65</b>			<b>62.631,71</b>
<b>02.04.01</b>	<b>CONTRAPISOS</b>				<b>27.917,82</b>			<b>26.987,72</b>

02.04.01.01	CONTRAPISO DE 40 MM. MEZCLA 1:5	M2	398,55	26,27	10.469,91	387,91	26,27	10.190,40
02.04.01.02	CONTRAPISO DE 40 mm C/IMPERMEABILIZANTE BASE 5 CM MEZCLA 1:5 ACAB PASTA	M2	579,28	30,12	17.447,91	557,68	30,12	16.797,32
<b>02.04.02</b>	<b>PISOS Y VARIOS</b>				<b>36.283,82</b>			<b>35.644,00</b>
02.04.02.01	PISO CERÁMICO ANTIDESLIZANTE 30 X 30 CM.	M2	75,68	52,20	3.950,50	62,95	52,20	3.285,99
02.04.02.02	PISO PORCELANATO DE ALTO TRANSITO DE 60 x 60 CM.	M2	338,25	70,29	23.775,59	338,31	70,29	23.779,81
02.04.02.03	INSTALACIÓN DE GRASS SINTETICO EN JUEGOS PARA NIÑOS	M2	62,74	136,40	8.557,74	62,89	136,40	8.578,20
<b>02.05</b>	<b>CONTRAZÓCALOS</b>				<b>12.372,36</b>			<b>8.199,21</b>
02.05.01	CONTRAZÓCALO DE CERÁMICO DE H = 20 CM.	ML	343,20	36,05	12.372,36	227,44	36,05	8.199,21
<b>02.06</b>	<b>ZÓCALOS</b>				<b>5.457,80</b>			<b>6.022,34</b>
02.06.01	ZÓCALO CERÁMICO 30X30 CM	M2	103,25	52,86	5.457,80	113,93	52,86	6.022,34
<b>02.07</b>	<b>COBERTURAS</b>				<b>8.323,72</b>			<b>7.332,67</b>
02.07.01	COBERTURA DE POLICARBONATO DE 8mm. INC/ESTRUCTURA	M2	62,74	132,67	8.323,72	55,27	132,67	7.332,67
<b>02.08</b>	<b>CARPINTERÍA DE MADERA</b>				<b>2.853,88</b>			<b>2.693,05</b>
02.08.01	PUERTAS DE MELAMINE	M2	5,52	158,87	876,96	6,70	158,57	1.062,42
02.08.02	TABIQUERÍA DE MELAMINE EN SS.HH.	M2	15,30	129,21	1.976,91	12,62	129,21	1.630,63
<b>02.09</b>	<b>CARPINTERIA METÁLICA</b>				<b>25.827,88</b>			<b>25.938,68</b>
02.09.01	REJILLA METÁLICA EN CUNETAS	ML	47,25	102,01	4.819,97	47,42	102,01	4.837,31
02.09.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PORTÓN METÁLICO DE INGRESO 3.00 X 3.00	UND	1,00	8.000,00	8.000,00	1,00	8.000,00	8.000,00
02.09.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA METÁLICA EN INGRESO DE CONTROL 0.90 x 3.00	UND	1,00	4.000,00	4.000,00	1,00	4.000,00	4.000,00
02.09.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA DE CUARTO DE MÁQUINA (0.70 x 2.00M)	UND	1,00	3.500,00	3.500,00	1,00	3.500,00	3.500,00
02.09.05	VENTANAS METÁLICAS CON PERFILES	M2	70,92	34,36	2.436,81	73,64	34,36	2.530,27
02.09.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TAPA METÁLICA SANITARIA DE 0.80 x 0.80M; e=1/8"	UND	2,00	220,15	440,30	2,00	220,15	440,30

02.09.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESCALERA TIPO GATO EMPOTRADA DE ALUMINIO P/CISTERNA (6 peld; tubo 30mm* e=3mm; A=0.45)	GLB	1,00	330,80	330,80	1,00	330,80	330,80
<b>02.09.08</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESCALERA TIPO GATO EMPOTRADA CON Fo.Go. DE 1 1/2" Y PELDAÑOS DE 1" + PROTECCIÓN	GLB	1,00	2.300,00	2.300,00	1,00	2.300,00	2.300,00
<b>02.10</b>	<b>CERRAJERÍA</b>				<b>2.149,62</b>			<b>2.149,62</b>
<b>02.10.01</b>	BISAGRA DE FIERRO PARA PUERTAS DE MADERA DE 4"x4"	UND	66,00	11,77	776,82	66,00	11,77	776,82
<b>02.10.02</b>	CERRADURA DE DOBLE GOLPE	UND	6,00	100,60	603,60	6,00	100,60	603,60
<b>02.10.03</b>	CERRADURA DE PERILLA LLAVE EXTERIOR Y BOTON INTERIOR	UND	11,00	64,50	709,50	11,00	64,50	709,50
<b>02.10.04</b>	PICAPORTE DE ALUMINIO 3" PARA PUERTA	UND	6,00	9,95	59,70	6,00	9,95	59,70
<b>02.11</b>	<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				<b>10.949,78</b>			<b>10.699,11</b>
<b>02.11.01</b>	VENTANAS DE VIDRIO LAMINADO	M2	55,20	140,84	7.774,37	55,20	140,84	7.774,37
<b>02.11.02</b>	VENTANAS DE VIDRIO TEMPLADO	M2	14,94	181,00	2.704,14	14,64	181,00	2.649,84
<b>02.11.03</b>	ESPEJO DE 4MM BISELADO PARA SS.HH.	M2	4,32	109,09	471,27	2,52	109,09	274,91
<b>02.12</b>	<b>PINTURA</b>				<b>49.975,64</b>			<b>50.147,39</b>
02.12.01	PINTURA ESMALTE EN SARDINELES	M2	27,69	21,58	597,55	23,62	21,58	509,72
02.12.02	PINTURA ANTICORROSIVA Y ESMALTE 02 MANOS - CARPINTERIA METÁLICA	M2	19,33	20,45	395,30	21,98	20,45	449,49
02.12.03	PINTURA EN MUROS INTERIORES CON PINTURA SUPERMATE	M2	432,72	20,02	8.663,05	459,07	20,02	9.190,58
02.12.04	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON PINTURA SUPERMATE	M2	395,59	20,02	7.919,71	433,72	20,02	8.683,07
02.12.05	PINTURA EN SOBRECIMIENTOS C/LATEX	M2	6,12	19,66	120,32	6,06	19,66	119,14
02.12.06	PINTURA EN COLUMNAS C/LATEX	M2	369,42	21,52	7.949,92	408,16	21,52	8.783,60
02.12.07	PINTURA EN VIGAS C/LATEX	M2	255,33	23,36	5.964,51	202,72	23,36	4.735,54
02.12.08	PINTURA VESTIDURA DE DERRAMES C/LATEX	ML	301,26	11,82	3.560,89	301,65	11,82	3.565,50
02.12.09	PINTURA EN CIELORRASOS CON LATEX	M2	510,96	23,36	11.936,03	475,58	23,36	11.109,55
02.12.10	PINTURA EN PUERTAS DE MADERA BARNIZ	M2	42,84	16,86	722,28	47,88	16,86	807,26

02.12.11	PINTURA ESMALTE EN VENTANAS	M2	80,54	20,45	1.647,04	82,88	20,45	1.694,90
02.12.12	PINTURA ESMALTE EN PUERTAS METÁLICAS	M2	13,10	20,45	267,90	13,10	20,45	267,90
02.12.13	PINTURA ESMALTE PARA LETRAS EN INGRESO PRINCIPAL	GLB	1,00	231,14	231,14	1,00	231,14	231,14
<b>02.13</b>	<b>VARIOS LIMPIEZA Y JARDINERIA</b>				<b>5.615,95</b>			<b>5.596,48</b>
02.13.01	LIMPIEZA FINAL	M2	1.252,04	1,69	2.115,95	1.240,52	1,69	2.096,48
02.13.02	JUEGOS MECÁNICOS	GLB	1,00	3.500,00	3.500,00	1,00	3.500,00	3.500,00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>312.373,93</b>			<b>302.538,03</b>
GASTOS GENERALES (12%)					37.484,87			36.304,56
UTILIDAD (8%)					24.989,91			24.203,04
<b>SUBTOTAL</b>					<b>374.848,72</b>			<b>363.045,64</b>
IGV (18%)					67.472,77			65.348,22
<b>TOTAL</b>					<b>442.321,49</b>			<b>428.393,85</b>

*Nota:* Se evidencia el comparativo de los presupuestos obtenidos con el método tradicional y la metodología BIM en arquitectura.

Adicionalmente, se realizaron los siguientes gráficos de barras para evidenciar las variaciones económicas de las partidas más incidentes.

**Tabla 7.**

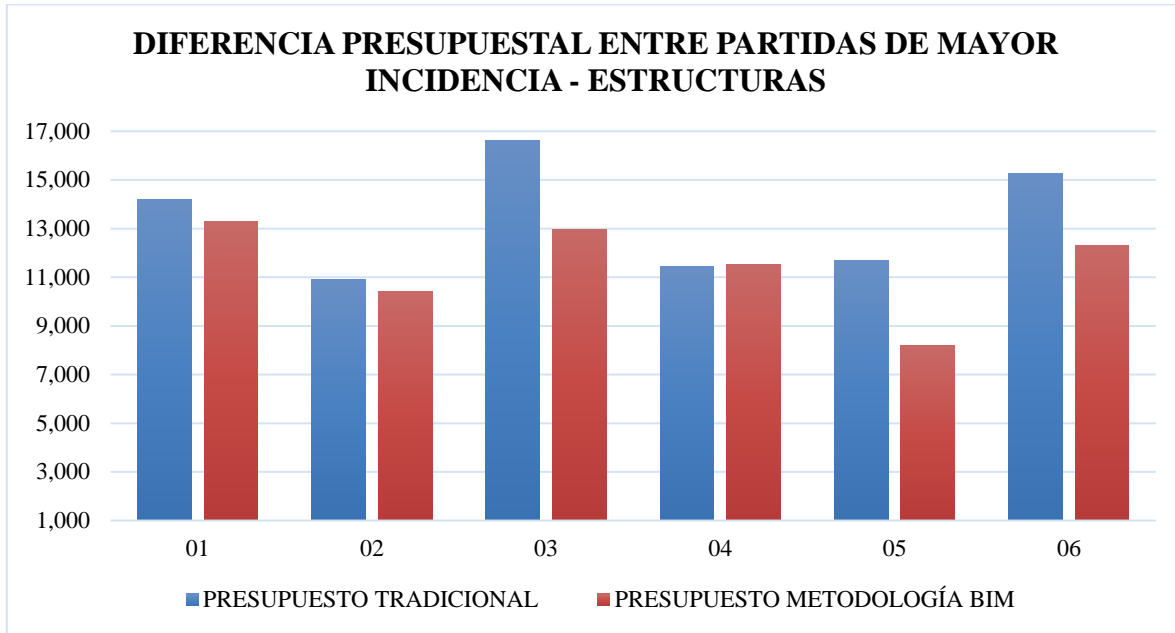
*Partidas de mayor incidencia - estructuras*

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		VARIACIÓN %
			TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	
<b>01</b>	EXCAVACIONES	M3	14.204,57	13.301,89	6,35 %
<b>02</b>	CONCRETO SIMPLE F'C=175 KG/CM2	M3	10.892,78	10.396,69	4,55 %
<b>03</b>	CONCRETO SIMPLE MEZCLA 1:10	M2	16.621,61	12.973,96	21,95 %
<b>04</b>	CONCRETO SIMPLE MEZCLA 1:10 + 30% P.G.	M3	11.463,23	11.510,00	-0,41 %
<b>05</b>	CONCRETO ARMADO F'C=175 KG/CM2	M3	11.784,79	8.178,74	30,07 %
<b>06</b>	LADRILLOS DE TECHO 30X30X15 CM	UND	15.254,12	12.302,48	19,35 %

*Nota:* Se obtiene el porcentaje de variación entre el método tradicional y metodología BIM en partidas estructurales.

**Figura 22.**

*Gráfico de barras - Partidas de estructuras*



*Nota:* El gráfico muestra de manera representativa la variación presupuestal de las partidas, en un rango desde S/8.000 hasta S/17.000 en la especialidad de estructuras.

**Tabla 8.**

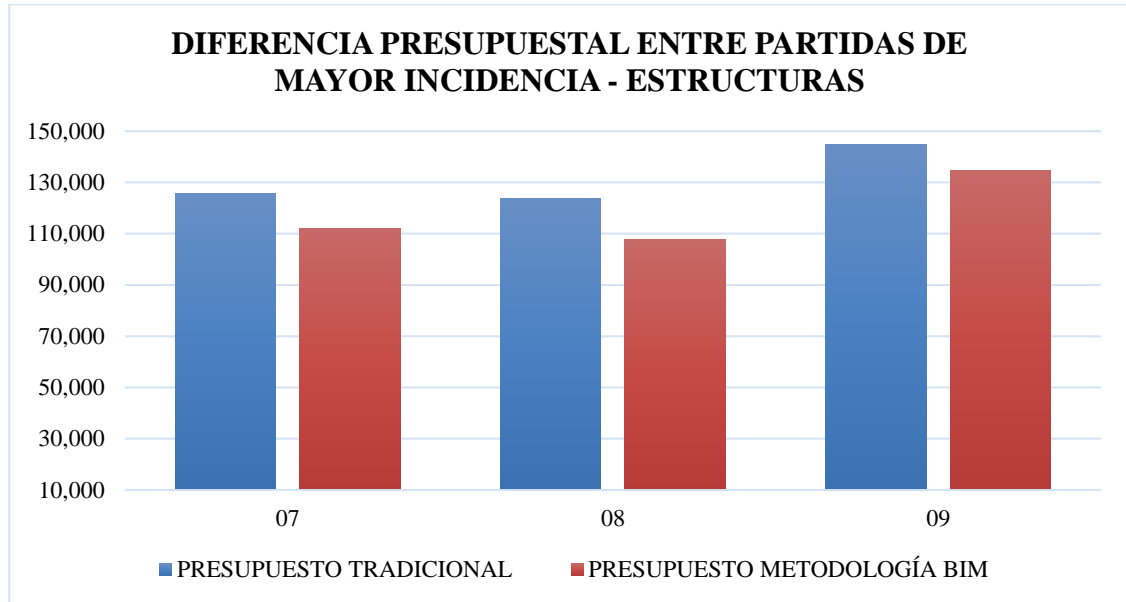
*Partidas de mayor incidencia - estructuras*

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		VARIACIÓN %
			TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	
07	CONCRETO ARMADO F'C=210 KG/CM2	M3	125.843,24	112.126,76	10,90 %
08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	123.752,62	107.782,79	12,90 %
09	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2	KG	144.625,24	134.558,87	6,96 %

*Nota:* Se obtiene la variación entre el método tradicional y metodología BIM en un presupuesto de rango entre S/ 100,000 y S/ 150,000.

**Figura 23.**

*Gráfico de barras - Partidas de estructuras*



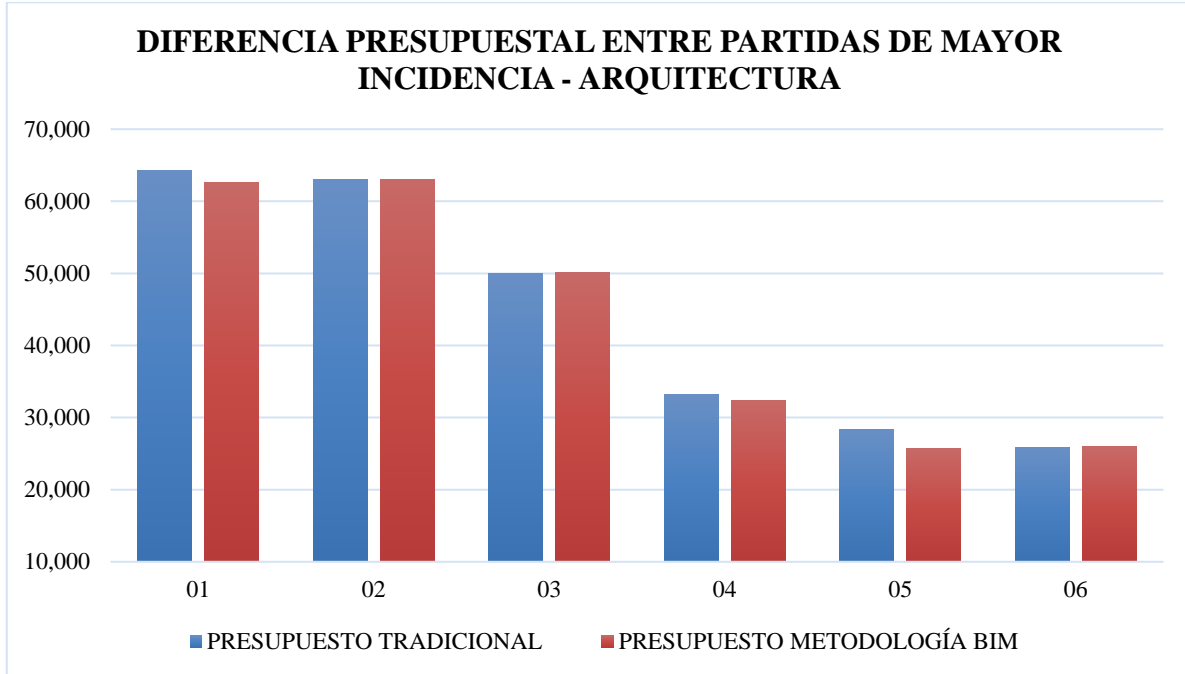
*Nota:* El gráfico contiene la diferencia presupuestal en las partidas de mayor incidencia para estructuras.

**Tabla 9.**  
*Partidas de mayor incidencia - Arquitectura*

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		VARIACIÓN %
			PRESUPUESTO TRADICIONAL	PRESUPUESTO METODOLOGIA BIM	
01	PISOS Y PAVIMENTOS	M2	64.201,65	62.631,71	2,45 %
02	TERRAJEO	M2	63.057,96	63.002,45	0,09 %
03	PINTURA	M2	49.97,64	50.147,39	-0,34 %
04	MUROS	M2	33.173,54	32.344,12	2,50 %
05	CIELORRASOS	M2	28.414,17	25.781,19	9,27 %
06	CARP. METÁLICA	M2	25.827,88	25.938,68	-0,43 %

*Nota:* Esta tabla describe el comparativo de las partidas de arquitectura, obteniendo el porcentaje de variación entre el método tradicional y metodología BIM.

**Figura 24.**  
*Gráfico de barras - Partidas de arquitectura*



*Nota:* El gráfico ilustra la variación presupuestal de las partidas arquitectónicas, en un rango desde S/20.000 hasta S/70.000.

**Tabla 10.**

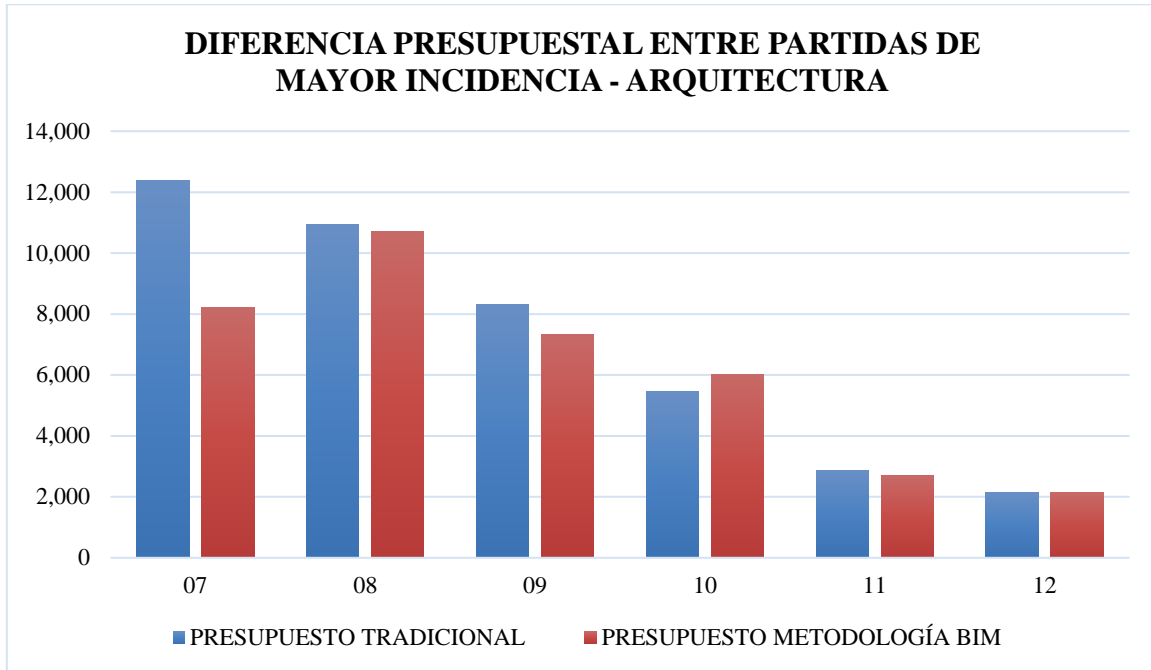
*Partidas de mayor incidencia - Arquitectura*

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		VARIACIÓN %
			PRESUPUESTO TRADICIONAL	PRESUPUESTO METODOLOGÍA BIM	
07	CONTRAZÓCALOS	ML	12.372,36	8.199,21	33,73 %
08	VIDRIOS	M2	10.949,78	10.699,11	2,29 %
09	COBERTURAS	M2	8.323,72	7.332,67	11,91 %
10	ZÓCALOS	M2	5.457,80	6.022,34	-10,34 %
11	CARP. MADERA	M2	2.853,88	2.693,05	5,64 %
12	CERRAJERIA	UND	2.149,62	2.149,62	0,00 %

*Nota:* Esta tabla describe la variación de las partidas de arquitectura entre el método tradicional y metodología BIM.

**Figura 25.**

*Gráfico de barras - Partidas de arquitectura*



*Nota:* El gráfico representa la variación presupuestal en un rango desde S/2.000 hasta S/14.000 en partidas de arquitectura.

En la tabla N°11 se expone el comparativo sintetizado de los presupuestos del modelo tradicional y la metodología BIM para las especialidades estructuras y arquitectura en su monto total incluyendo los gastos generales en un 12 %, utilidad del 8 % y finalmente la aplicación del IGV con 18 %.

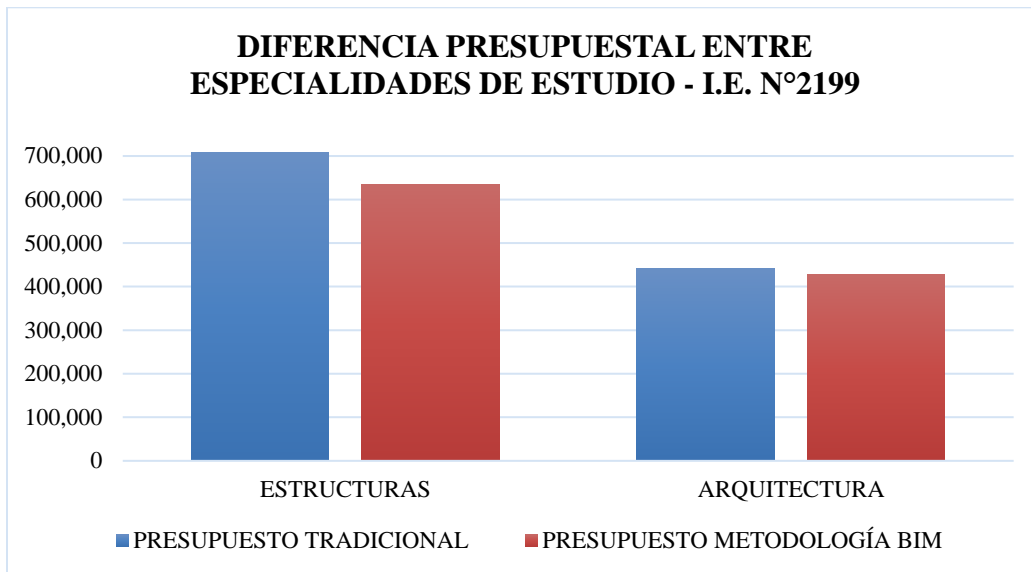
**Tabla 11.**  
*Presupuesto total entre especialidades*

ESPECIALIDAD (INCL. GG + U + IGV)	PRESUPUESTO		VARIACIÓN %
	TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	
<b>ESTRUCTURAS</b>	707.473,59	634.033,91	10,38 %
<b>ARQUITECTURA</b>	442.321,49	428.393,85	3,15 %
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1.149.795,08</b>	<b>1.062.427,76</b>	<b>7,60 %</b>

*Nota:* Esta tabla muestra el resumen del costo por cada especialidad y el porcentaje de variación entre las metodologías estudiadas. Así mismo, se obtiene el costo total de ambas.

**Figura 26.**

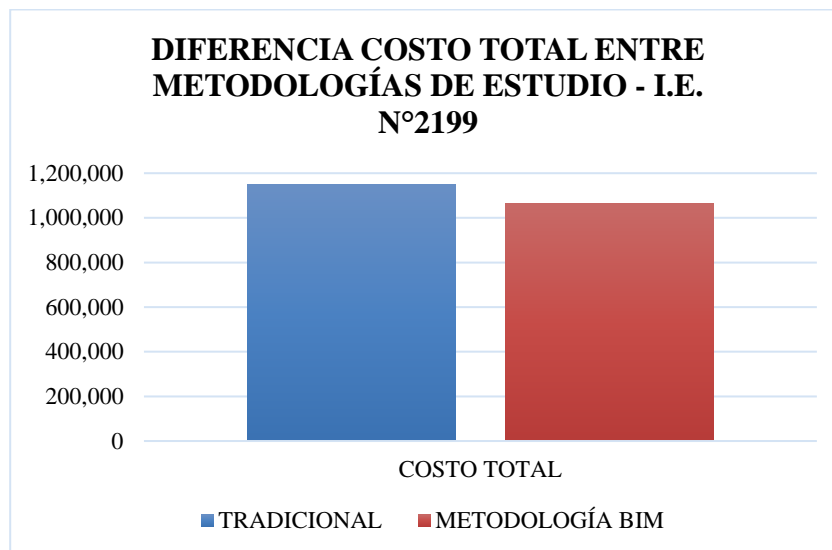
*Gráfico de barras - Diferencia presupuestal entre especialidades*



*Nota:* El gráfico expone la variación del presupuesto en cada especialidad. Se evidencia mayor variación económica en la especialidad de estructuras.

**Figura 27.**

*Gráfico de barras - Diferencia presupuestal total*



*Nota:* El gráfico indica que el presupuesto tradicional es más elevado en comparación al presupuesto BIM.

En quinto lugar, se ordenó una tabla que recopila ventajas y desventajas de la metodología BIM sobre el método tradicional, también describe la relación de las variables estudiadas.

**Tabla 12.**

*Cuadro de ventajas, desventajas y relación entre las variables*

<b>RELACION ENTRE METODOLOGÍA BIM Y PRODUCTIVIDAD</b>		
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>RELACIÓN</b>
Permite detectar incompatibilidades mediante el modelado 3D del proyecto I.E. 2199.	Limitada difusión de información normada para implementación de la metodología BIM sobre el modelo tradicional en nuestro país.	La metodología BIM en el proyecto I.E. 2199 aumenta los indicadores de rentabilidad, optimiza costos y tiempo en la etapa de elaboración del expediente, repercutiendo positivamente en la ejecución.
Interoperabilidad de modelos parametrizados, donde se vinculan las especialidades componentes de la I.E. 2199 para visualizar y prevenir posibles interferencias y/o sobreposiciones.	Resistencia al cambio en los manejos de los procesos tradicionales en las etapas de diseño y ejecución de los proyectos.	La accesibilidad inmediata a la información del proyecto mediante un dispositivo electrónico aumenta la productividad y transparencia, se tiene mejor control, mayor rendimiento de la parte técnica, motivando a los colaboradores integrantes del proyecto.
Permite verificar la elaboración de expediente técnicos y así evitar las incongruencias, incompatibilidades, errores y omisiones que puedan generar posibles aumentos en el plazo o presupuesto inicial.	Elevada inversión económica para reemplazar el método tradicional por la metodología BIM. Dentro de ello, gastos de implementación en formación, licencias, tiempo de transición y adaptación.	El modelamiento 3D permite la reducción de tiempos de producción, se identifican y corrigen errores desde el inicio, se trabaja con transparencia en un modelo integral en donde se incrementa la calidad y exactitud de comunicación entre los involucrados, minimizando riesgos en las decisiones durante el proyecto.
Se inicia con un diseño 2D y se obtiene el modelamiento en 3D automáticamente de la I.E. 2199.	Pocos profesionales capacitados y formados en herramientas BIM y los altos costos de especialización pueden limitar la implementación.	La productividad y eficiencia en la fase diseño y ejecución con la implementación BIM se refleja en las actualizaciones instantáneas de las modificaciones realizadas desde la parametrización.
Gestión integral e instantánea de la información en todas las especialidades trabajadas.	Limitaciones de capacidad en equipos informáticos y espacio de almacenamiento.	El BIM permite crear una obra digital, que representa la construcción real de los proyectos, se reduce la incertidumbre, se garantiza la seguridad y se prevé la solución de problemas.

Posibilidad de compartir con el cliente, entidad y el equipo técnico el control dinámico del proceso constructivo.	El trabajo colaborativo se debe realizar utilizando todos programas BIM con la misma versión en años.	Automatizando procesos traen como resultado practicidad, mejoras en la productividad y precisión en las actividades para la ejecución de obras, cálculo de cantidades, obtención de materiales, etc.
Alto nivel de detalle en planos y representaciones gráficas (renders) del proyecto, permite el análisis virtual del proyecto de la I.E. 2199.		
Ordenamiento y extracción automática de tablas de cantidades para elaborar presupuestos de obra de la I.E 2199.		
Clasificación de elementos, materiales y tipos mediante parametrización del modelado 3D establecidos en el expediente técnico de la I.E.2199.		
Optimización de recursos materiales y económicos realización de proyectos.		
La metodología BIM fortalece el trabajo colaborativo integral entre los agentes involucrados y asegurando asegura la calidad, transparencia y productividad del proyecto de la I.E.2199.		

*Nota:* Esta tabla describe la lista de ventajas y desventajas de metodología BIM aplicada dentro de la elaboración del expediente de la I.E. 2199, así como la relación con la productividad.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

La incorporación del BIM durante el desarrollo del expediente técnico **“Recuperación de la Infraestructura de la Institución Educativa Inicial Escolarizada N°2199, con código local N°737316, Distrito El Porvenir – Trujillo – La Libertad”** permitió evidenciar la influencia significativa en la productividad, ya que se obtuvieron como resultados la optimización de recursos, mejor cálculo y exactitud en cuantificación de metros, se logró un trabajo colaborativo integral de las especialidades estudiadas. Implementar BIM no se reduce a utilizar herramientas de diseño, se trata de un sistema eficiente que permite administrar la información, traducándose en mejoras a partir de la fase de diseño hasta su construcción. Conforme lo descrito por Sánchez (2020) indica que el método de diseño inicia desde la simulación del modelado en 3D, permitiendo visualizar la representación real de los elementos que forma parte del proyecto, además facilita el cambio y la actualización de la información descriptiva alfanumérica introducida según se requiera. Por ello, se llega a cumplir la hipótesis general donde se afirma la optimización en la productividad a partir de la integración BIM en la muestra estudiada.

En segundo lugar, se evaluó y revisó la documentación componente del expediente técnico, específicamente los planos, a partir de ello se obtuvo una lista de incompatibilidades detectadas en estructuras y arquitectura. Se detectaron 30 incongruencias, las más relevantes se muestran en los cortes y detalles, ya que en su mayoría no coinciden con lo presentado en planta, así también los niveles de piso, las cotas mal escaladas, se encontraron desfases en ubicación de algunos elementos de amarre, profundidades incompatibles con cortes, nomenclaturas diferentes en planos de cimentación y aligerados, omisión de elementos,

algunas sobreposiciones, diferencias entre altura de vanos con longitud de columnetas de amarre las cuales se pusieron en evidencia durante la etapa del modelamiento en 3D. Con lo cual se tiene como resultado que la elaboración de un proyecto de manera tradicional acarrea una serie de errores que generan atrasos durante la fase de construcción, en cambio el uso BIM reduce errores anticipando mejor toma de decisiones que influyen en el aumento de tiempo y costo.

En la investigación realizada por Laiza y Gonzales (2020) compara las diferencias entre las 4 especialidades, mostrando incongruencias en planos duplicados y falta de detalles lo cual produce que los costos aumenten debido a errores en la realización de metrados. Este estudio determina el impacto del presupuesto con una reducción de la manera convencional en 3.60%, puesto que al realizar el diseño mediante Revit la precisión es exacta tanto en el diseño como metrado.

Por otro lado, para la elaboración del modelamiento en 3D del colegio I.E. 2199 “Rayito de Luz”, se realizó con un nivel de información **LOI 4**, nivel de detalle **LOD 3** y nivel de desarrollo **LOD 300**, los cuales fueron seleccionados de acuerdo con el enfoque de la presente investigación, con el cual se buscó relacionar, metodología BIM y productividad en la elaboración técnica del expediente. Para ello, se utilizó como herramienta el Revit 2022, que vincula las especialidades anteriormente mencionadas, reduciendo significativamente la incertidumbre desde el diseño, permite detectar las injerencias a tiempo, corregirlas instantáneamente e ingresar información como dimensiones, ubicación, materiales a utilizar y demás, los cuales se obtuvieron de forma óptima a través de la parametrización de cada uno de los elementos modelados. Así también se obtuvo mejoras en la comunicación durante

el desarrollo del modelado frente a los constantes cambios a partir de las incompatibilidades detectadas.

Analizando los resultados de los metrados y el costo de algunas partidas de mayor incidencia en estructuras se observa que hay una reducción de 10.97 % en la zapatas - acero  $f_y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup>; ya que se obtuvo un costo de S/9.826.79 en el método tradicional y S/8.748,53 en la metodología BIM. Así mismo, Laiza y Gonzales (2020) en la partida zapatas acero  $f_y=4200$ , alcanzó una reducción de 17.26 % en los costos, S/2,834.60 y S/2,345.28 respectivamente para cada método. Se puede inferir que lo elaborado con metodología BIM presenta menor costo por ello resulta ser productivo, ya que controla y verifica el uso del insumo necesario respetando los recubrimientos normados sin descuidar los parámetros de diseño, seguridad y calidad.

Analizando los resultados de los metrados y el costo de algunas partidas de mayor incidencia en arquitectura se observa que hay una reducción de 2.50 % en la partida Muro de Ladrillo K.K. de Soga, mezcla 1:5; ya que se obtuvo un costo de S/33.173,54 en el método tradicional y S/32,344.12 en la metodología BIM. Por el contrario, Laiza y Gonzales (2020) en la partida Muro de ladrillo de arcilla KK 18 huecos de soga, alcanzó un incremento 12.68 % en los costos, S/22,549.89 y S/25,410.00 respectivamente para cada método. Se observa que el valor de la tesis obtenido en la metodología BIM fue mayor, diferente a lo que se desarrolló en el proyecto se obtuvo menor costo. Esto se puede evidenciar por distintos factores, como la magnitud del proyecto, omisiones, errores en el metrado que en una modalidad de suma alza traería consigo un desbalance perjudicial en el presupuesto.

En la metodología BIM del proyecto, se obtiene reducción del 10.38 % a nivel estructural y 3.15 % a nivel de arquitectura con respecto al método tradicional. Además, la

variación del presupuesto final de la sumatoria de las dos especialidades nos da una optimización de 7.60 % con respecto a la metodología tradicional, así mismo, el presupuesto de tesis de Laiza y Gonzales (2020) que se implementó la metodología BIM también fue menor y el presupuesto se redujo en 3.60 %; se refleja el impacto porcentual económico positivo en el desarrollo del proyecto. Podemos observar que mediante el método tradicional no se aprovecha los beneficios del BIM que contempla factores de productividad tomando mayor protagonismo debido a la optimización de recursos y gestión integral que se muestra en los proyectos desde su etapa inicial.

Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas - MEF (2020), afirma que, implementar BIM logra mejorar resultados en tiempo, costo y calidad teniendo como beneficio la parte colaborativa, transparencia, eficiencia en ahorro de tiempo. Además, BIM refiere al empleo de herramientas tecnológicas que aseguran la gestión de los datos siendo importante desde la fase de planeación hasta ejecución.

(Bello Morales & Osorio Galindo, 2022), afirma que el uso BIM logra identificar beneficios antes y durante la ejecución, estos pueden clasificarse dentro de las diferentes etapas evidenciando posibles fallas; los beneficios tienen diferentes características: una mayor calidad en el proyecto, al contar con la facilidad de la evaluación de las cantidades de material y del progreso de la obra; gracias a que emplea el modelado 3D y empieza a visualizar como referencia los elementos desarrollados para la ejecución, se tiene un mejor entendimiento del diseño reduciendo las dudas que se podrían encontrar al utilizar planos de diseño en papel; al utilizar esta herramienta se puede obtener un panorama claro de la dimensión del proyecto, incluso para el momento del final de su vida útil, debido al detalle con el que se modela; el BIM busca optimizar el costo tanto tiempo como dinero en un

proyecto, al hacer una mejor planificación de los materiales y sus cantidades. La herramienta BIM facilita el traspaso de conocimiento e información entre cada especialidad que complementa el proyecto que se está ejecutando. Siendo lo antes mencionado el enfoque principal para establecer correlación en las variables metodología BIM y productividad en la presente investigación.

## **4.2. Limitaciones**

Durante la elaboración del proyecto el factor cultural es la mayor limitación, debido a que durante nuestra formación en la universidad hemos recibido clases limitadas referentes al uso del programa Revit y/o información de la metodología BIM, frente a ello, nos hemos capacitado con talleres y cursos adicionales que ayudan a crecer y potenciar nuestros conocimientos en el tema de estudio. Por otro lado, la comunicación al inicio fue dificultosa, debido a la coyuntura que atravesaba el país con el covid-19, las cuales trajeron a su vez problemas de salud dentro de nuestros hogares, sin embargo, se afrontó cada una de las limitantes y se continuó con el trabajo de forma ardua hasta completarlo en su totalidad.

## **4.3. Implicancia**

Las implicancias en Perú sobre la metodología BIM va tomando mayor fuerza debido a que se viene aprobando desde Agosto 2020 su adopción en las inversiones públicas tal como se muestra en las resoluciones; “N° 002-2021-EF/63.01. Aprobación del Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú”. , “N° 0005-2021-EF/63.01. Aprobación de la Nota Técnica de Introducción BIM: Adopción en la Inversión Pública y la Guía Nacional BIM.” y “N.º 0007-2022-EF/63.01. Aprobación de los Lineamientos para la adopción progresiva de BIM en las fases del Ciclo de Inversión.” (MEF & Finanzas, 2021). En el Sector Privado algunas empresas ya están optando por su aplicación a pesar de que ello

demanda inversión por que requiere personal capacitado y herramientas tecnológicas (softwares) que complementen el uso. Se busca adoptar estas medidas para no quedar atrasados en los avances del sector construcción, ya que en los países desarrollados se exige cada vez más su implementación debido a los buenos resultados que se obtiene desde el diseño hasta la ejecución. Se tuvo en cuenta para el modelado, el cumplimiento de los parámetros mínimos que indica el RNE para ambas especialidades que busca garantizar seguridad y calidad de inicio a término.

Sobre las implicancias teóricas, es importante señalar que en nuestro caso se utiliza el software Revit para realizar el modelado, pero es importante mencionar que no es el único programa, existen otros disponibles en BIM con el mismo propósito de optimizar y facilitar la forma dinámica - real del seguimiento del proyecto.

#### **4.4. Conclusiones**

La presente investigación demuestra correlación positiva entre las variables de estudio ya que a mayor implementación de la metodología BIM, mayor es la optimización de la productividad y eficiencia durante las coordinaciones en el desarrollo del proyecto de la I.E. 2199 en el Porvenir. Con su implementación se disminuyen errores, se aumenta el rendimiento mediante un trabajo colaborativo integral, se agilizan los procesos, la gestión de cambios y las modificaciones se realizan de forma instantánea.

Luego del análisis y verificación de las compatibilidades del expediente técnico tradicional para estructuras y arquitectura, se concluye que utilizando el modelo convencional, las incongruencias son inevitables, se encontraron alrededor de 30 en los planos, las importantes se reflejan en los cortes que tienen variaciones respecto a lo indicado

en los planos en planta, los cuales podrían traducirse en prolongación del tiempo de ejecución inicial, así como el posible aumento en costo presupuestal.

Así también, se realizó el modelado y vinculación de estructuras y arquitectura de la “I.E. N°2199 – Rayito de Luz” utilizando el software Revit 2022, con nivel de información LOI 4, nivel de detalle LOD 3 y nivel de desarrollo LOD 300. Estos niveles fueron seleccionados para alcanzar el cumplimiento de los objetivos, ya que, con estas consideraciones se realizó el manejo de la información en el software para demostrar la correlación significativa entre la metodología BIM y la productividad.

Se logró obtener los metrados de estructuras y arquitectura a través de Revit mediante tablas de cuantificación para cada partida considerada dentro del expediente técnico, con el fin de comparar la variación en los resultados del método tradicional y método BIM.

Se desarrolló nuevo presupuesto a partir de los metrados obtenidos en la metodología BIM. Los cuales al ser elaborados mediante el software Revit disminuyen el margen de error, siendo más exactos que los cálculos realizados en la metodología tradicional en donde algunos detalles pueden ser omitidos. En la presente tesis nos da como resultado una reducción del 7.60 % y en términos monetarios un ahorro S/ 87.367,32 en el presupuesto total de ambas especialidades estructuras y arquitectura.

Lograr implementar la metodología BIM en los proyectos sigue siendo un gran desafío para el país, más aún a nivel público, ya que demanda inversión y un plan que el estado está adaptando de a pocos y sigue retrasando su práctica obligatoria que brindaría grandes ventajas desde el diseño de un proyecto, así como en la cuantificación exacta de los materiales y el cuidado en el tiempo de vida útil. Por otro lado, el sector privado ha

desarrollado su aplicación obteniendo buenos resultados resaltando la productividad, tanto en ahorro de tiempo y rentabilidad económica.

#### **4.5. Recomendaciones**

Para el presente estudio hemos partido del diseño en Autocad 2D adquirido del expediente técnico, sin embargo, al iniciar un proyecto es recomendable utilizar las herramientas de Revit desde una primera instancia, aprovechando que el diseño de vista en planta 2D permite obtener automáticamente un levantamiento 3D, con ello se tiene una mejor visualización del diseño, se optimiza el tiempo y evitan errores de incompatibilidades entre las especialidades que componen cada proyecto.

Se recomienda incorporar información referente a la metodología BIM dentro de la formación académica en las universidades para que los profesionales egresados estén preparados y se adapten con facilidad a las nuevas tecnologías dentro del rubro de la construcción.

La presente investigación estuvo enfocada en la elaboración el expediente técnico en el ciclo de inversión Invierte.pe, por lo cual recomendamos a futuros tesisistas ampliar y realizar la evaluación de forma experimental para aplicar la metodología BIM reemplazando el modelo tradicional durante el proceso de ejecución física.

Se recomienda acelerar el desarrollo de implementación BIM dentro del ciclo de inversión en los proyectos públicos, ya que con ella se obtendría un mejor control y transparencia dentro de los procesos, formulación y evaluación, ejecución y funcionamiento evitando actos corruptivos, salvaguardando una correcta administración de los recursos del Estado.

## REFERENCIAS

- Almeida, A. (2019). BIM en el Perú. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Del-Savio/publication/338412631\\_BIM\\_en\\_el\\_Peru/links/5e13adcaa6fdcc28375daf6d/BIM-en-el-Peru.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Del-Savio/publication/338412631_BIM_en_el_Peru/links/5e13adcaa6fdcc28375daf6d/BIM-en-el-Peru.pdf)
- Araya, F. (2019). Estado del arte del uso de BIM para la resolución de demandas en proyectos de construcción. *Scielo*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732019000300299](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000300299)
- Bello Morales, V., & Osorio Galindo, S. (2022). *CARACTERIZACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA METODOLOGÍA BIM*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/4ebd5334-394c-44c3-a8c9-3d0bccef202e/content>
- Blas Mendez, J. R., & Guzmán Guzmán, J. C. (2015). *Análisis de los Factores que inciden en la productividad de la Industria de la Construcción y la elaboración de un modelo de Gestión que permita optimizarla, en el Distrito de Trujillo, 2015*. Obtenido de [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2048/1/REP\\_ING.CIVIL\\_JORGE.BLAS\\_JUAN.GUZM%C3%81N\\_ANALISIS.FACTORES.INCIDEN.PRODUCTIVIDAD.INDUSTRIA.CONSTRUCCION.ELABORACION.MODELO.GESTION.PERMITA.OPTIMIZARLA.DISTRITO.TRUJILLO.2015.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2048/1/REP_ING.CIVIL_JORGE.BLAS_JUAN.GUZM%C3%81N_ANALISIS.FACTORES.INCIDEN.PRODUCTIVIDAD.INDUSTRIA.CONSTRUCCION.ELABORACION.MODELO.GESTION.PERMITA.OPTIMIZARLA.DISTRITO.TRUJILLO.2015.pdf)
- Buleje Revilla, K. E. (2012). *Productividad en la Construcción de un Condominio aplicando conceptos de la Filosofía Lean Construcción*. Obtenido de

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1691/BULEJE\\_KENNY\\_CONDOMINIO\\_LEAN\\_CONSTRUCTION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1691/BULEJE_KENNY_CONDOMINIO_LEAN_CONSTRUCTION.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cantú, A., López, M., & Peirone, P. (2018). ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE OBRAS CIVILES. Obtenido de [https://itp.bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/10948/cantut09.pdf](https://itp.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10948/cantut09.pdf)

Cantú, A., Moreno, J., Gallina, M., & Garcia, G. (2009). *Productividad Real en Obras Civiles. Análisis de un Caso*. Obtenido de <https://cetarq.com/wp-content/uploads/2016/05/productividad.pdf>

Castro Taks, A., & Salatino, E. (2016). *ELABORACIÓN DE FICHAS*. Obtenido de <https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/elaboracic3b3n-de-fichas.pdf>

Choclán Gámez, F., Soler Severino, M., & Gonzáles Márquez, R. J. (2014). Introducción a la Metodología BIM. *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/284159764\\_INTRODUCCION\\_A\\_LA\\_METODOLOGIA\\_BIM](https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM)

Choclán Gámez, F., Soler Severino, M., & González Marquéz, R. (2014). *Introduccion a la Metodología BIM*. España. Obtenido de <https://docplayer.es/66451322-Introduccion-a-la-metodologia-bim.html>

Díaz Díaz , J. R., & Otiniano Rodríguez, L. J. (2019). *Aplicación de un marco de Trabajo Ágil en el control de la Productividad de ciertos procesos constructivos del Colegio San Idelfonso, Laredo, Trujillo, La Libertad, 2017*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21167>

Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. (2020). *Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú*. Lima.

Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Abed, K. (2013). *Tendencias para optimizar la productividad en los proyectos de construcción en Palestina*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v28n2/art05.pdf>

Escuela de Diseño de Madrid. (s.f.). *ESDIMA*. Obtenido de <https://esdima.com/requisitos-revit/>

Eseverri, A. E. (2020). *Espacio BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/bim>

Farfán Tataje, E. Z., & Chavil Pisfil, J. D. (2016). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EMPRESAS PERUANAS*. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621662/CHAVIL\\_PJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621662/CHAVIL_PJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Forero Ramírez, S. (2018). *INFORME DE PRODUCTIVIDAD, SECTOR CONSTRUCCIÓN*. CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, Bogotá. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/INFORME-PRODUCTIVIDAD-VF.PDF>

Gaitán Cardona, J. S., & Gómez Cabrera, A. (s.f.). *USO DE LA METODOLOGÍA BRIM (BRIDGE INFORMATION MODELING) COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE DE CONCRETO EN COLOMBIA*. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/911/91132760009.pdf>

Gómez Cabrera, A., & Morales Bocanegra, D. C. (2015). *Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra*. Obtenido de [https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/666/pdf\\_11](https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/666/pdf_11)

Gonzales, S. A. (2020). "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM, EN LA CONSTRUCCION DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN LA EMPRESA CCI INGENIEROS S.R.L CAJARMARCA 2020. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25360/Ayay%20Gonzales%2c%20Severino%20-%20Laiza%20Otiniano%2c%20Jorge%20Luis%20Emanuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición ed.). Mc Graw Hill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Huamaní, O. A. (2017). Aplicación de la tecnología BIM en edificaciones u productividad en obra planta Protisa en Cañete, Lima, 2017. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21735/Brice%c3%bl0\\_HOA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21735/Brice%c3%bl0_HOA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jobim, C., Stumpf, M., Edelweiss, R., & Kern, A. (2017). Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015. *Scielo*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732017000300185](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732017000300185)

Latorre Urriz, A., Sánchez, B., & Sanz, B. (2019). Aplicación de un modelo Lea-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*. Obtenido de <https://doi.org/10.3989/ic.67222>

López Vidal, A. (2016). Una (r)evolución llamada BIM. Obtenido de [http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/revolucion\\_bim\\_cementohormigon.pdf](http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/revolucion_bim_cementohormigon.pdf)

MAMANI, J. F. (2019). EFICIENCIA DE LA METODOLOGÍA BIM A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN 4D, 5D EN EL CONTROL DE TIEMPOS Y COSTOS PARA LA OBRA MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN EL DISTRITO DE PUNO, 2017-2018. Obtenido de Repositorio Institucional UNA - PUNO

Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. Mexico: Primera edición electrónica: 2014. Obtenido de [http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos\\_y\\_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos_y_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

MEF, & Finanzas, M. d. (2021). PLAN BIM PERU. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Guia Nacional BIM*. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Invierte.pe*. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=100280&lang=es-ES&view=article&id=2771](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100280&lang=es-ES&view=article&id=2771)

Mojica Arboleda, A., Valencia Rivera, D., Alvarado Vargas, Y., & Gómez Cabrera, A.

(2012). Planificación y control de proyectos aplicando "Building Information Modeling" un estudio de caso. *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750927004.pdf>

Mora Valverde, J. (2012). *Medición y Análisis de productividad de tres actividades en la*

*construcción de un centro de Distribución de 54000 m2*. Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6025/medici%  
c3%b3n-an%  
c3%a1lisis-productividad-construcci%  
c3%b3n-centro-  
distribuci%  
c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6025/medici%c3%b3n-an%c3%a1lisis-productividad-construcci%c3%b3n-centro-distribuci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pérez Gómez Martínez, G. J., Del Toro Botello, H. Y., & López Montelongo, A. M. (2019).

Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso de estudio. Obtenido de <https://riti.es/index.php/riti/article/view/100/120>

Poza López, E. (2019). *La metodología BIM se implanta en España*. Obtenido de

<https://www.datech.es/implantacion-del-bim-en-espana/>

Reyes Roque, M., Cabrera Coronado, C. J., Bernabe Orellano, C., & Leiva Calderon, D.

(2021). *GUÍA NACIONAL BIM - Ministerio de Economía y Finanzas* (Vol. PLAN BIM PERU). Lima. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Sánchez Moreno, F., Higuera, J., Ramírez López, A., Nope Bernal, Y., & Soto Muñoz, J.

(2020). ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM EN EDIFICACIONES DE BAJA COMPLEJIDAD EN COLOMBIA, MEDIANTE IDM

Y MAPAS DE PROCESOS. *Redipe.org*. Obtenido de  
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1122/1020>

Siccha Pachamango, A. E., & Villarruel Pastor, J. C. (2015). *PROPUESTA DE EJECUCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA OBRA "LOS DIJES DEL GOLF" PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL PROCESO BIM CON EL SOFTWARE REVIT, EN LA CIUDAD DE TRUJILLO DEL 2015*. Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de  
[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2042/1/REP\\_ING.CIVIL\\_ALEX.SICCHA\\_JUAN.VILLARRUEL\\_PROPUESTA.EJECUCI%  
c3%93N.CONSTRUCTIVA.OBRA.DIJES.GOLF.MEJORAR.PRODUCTIVIDAD.MEDIANTE.PROCESO.BIM.SOFTWARE.REVIT.TRUJILLO.2015.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2042/1/REP_ING.CIVIL_ALEX.SICCHA_JUAN.VILLARRUEL_PROPUESTA.EJECUCI%c3%93N.CONSTRUCTIVA.OBRA.DIJES.GOLF.MEJORAR.PRODUCTIVIDAD.MEDIANTE.PROCESO.BIM.SOFTWARE.REVIT.TRUJILLO.2015.pdf)

Sladogna, M. (2017). *Productividad - Definiciones y Perspectivas*. Obtenido de  
<http://www.relats.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>

Succar, B. (2017). Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015. *Revista de Ingeniería de Construcción - SCIELO*. doi:10.4067/S0718-50732017000300185

Tapia Nieto, G. A. (2018). *Primer estudio del Nivel de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima Metropolitana y Callao*. Obtenido de  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12255>

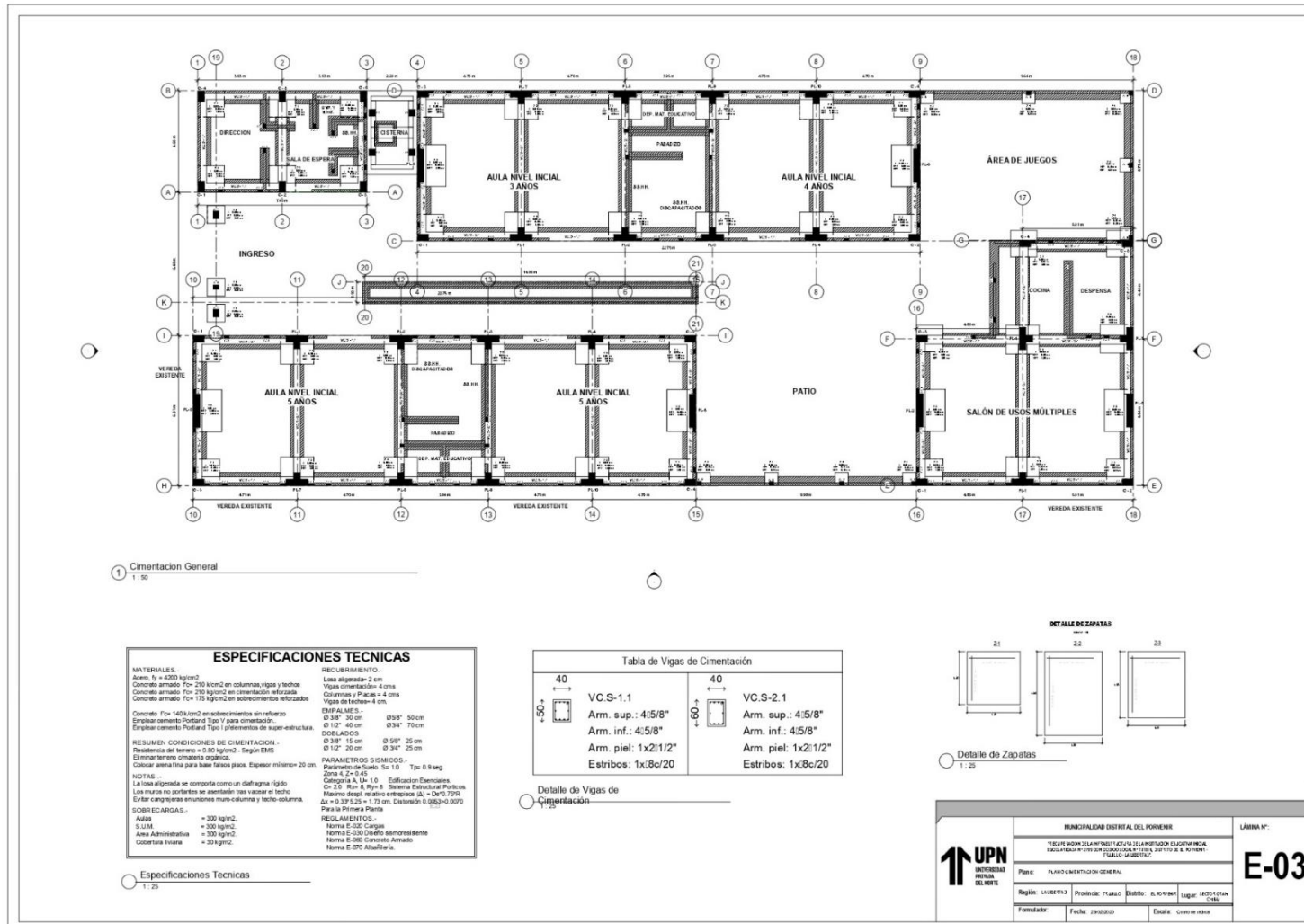
Trejo Carvajal, N. A. (2018). *ESTUDIO DE IMPACTO DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de  
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del->

uso-de-la-metodolog%c3%ada-BIM-en-la-planificaci%c3%b3n-y-control-de-  
proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

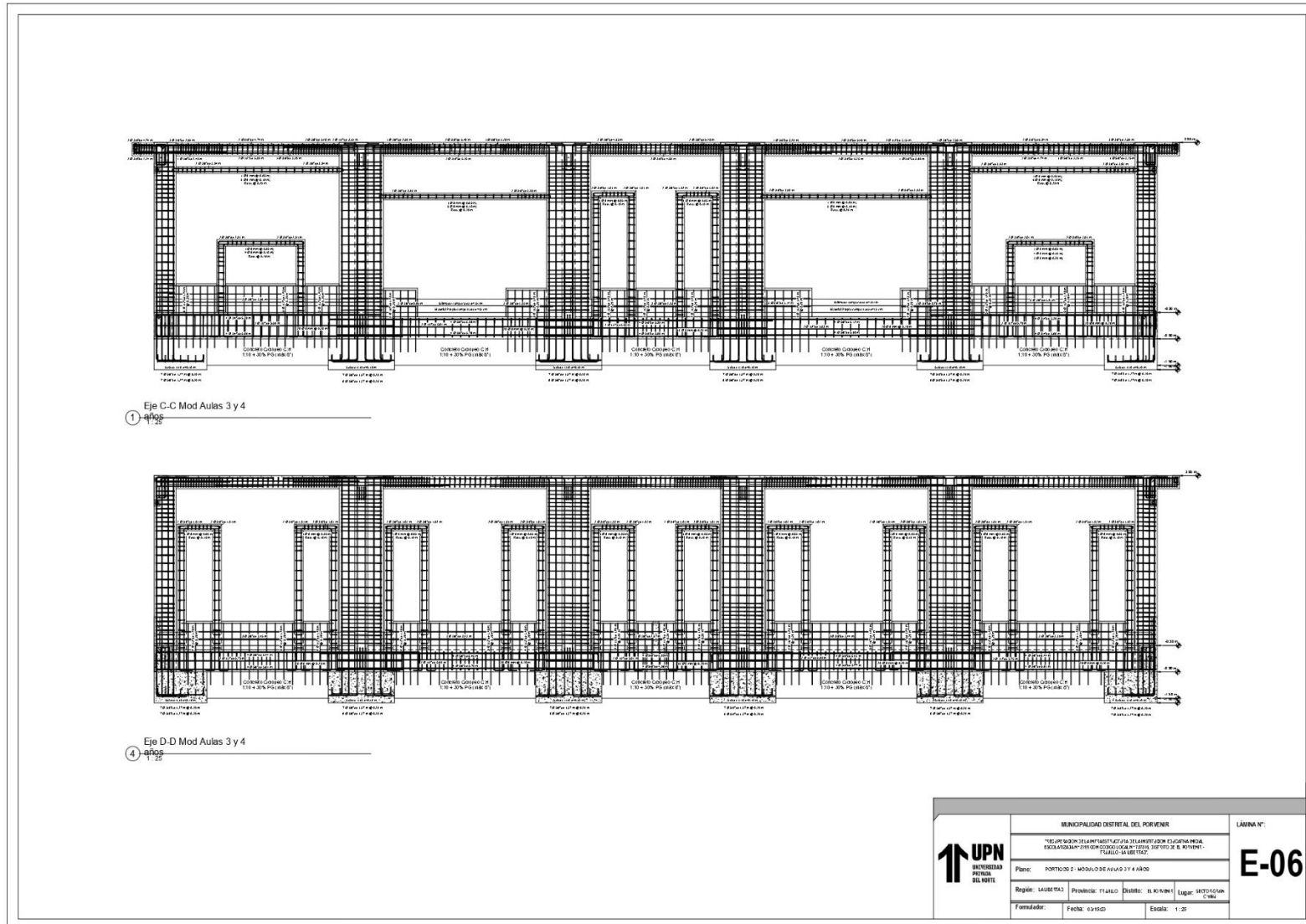
Wigodski, J. (2010). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. *JWIGODSKI*. Obtenido de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/>



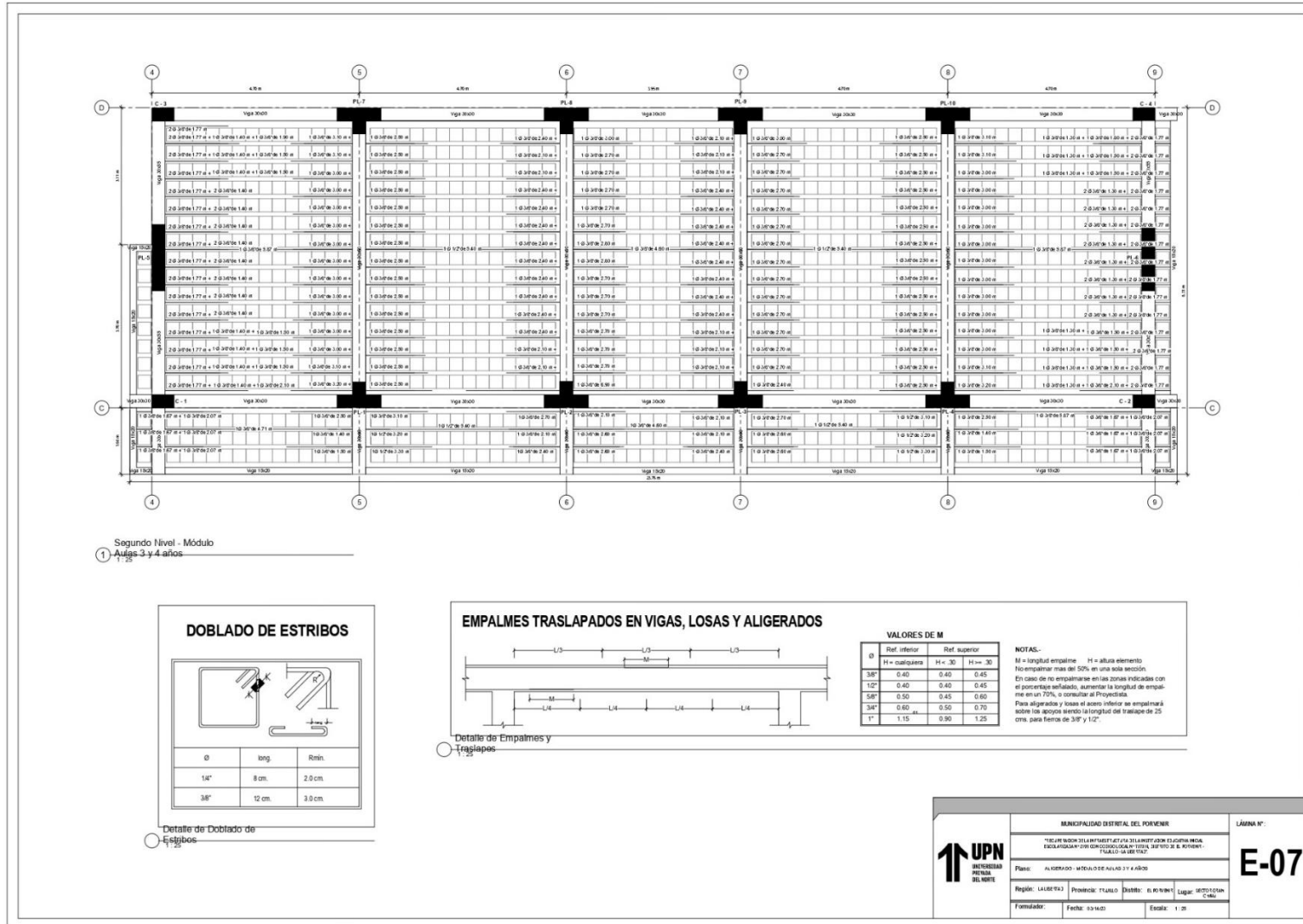
ANEXOS 2: PLANO DE CIMENTACIÓN GENERAL



ANEXOS 3: PLANO DE PORTICO - MÓDULO DE AULAS



ANEXOS 4: PLANO DE ALIGERADO – MÓDULO DE AULAS

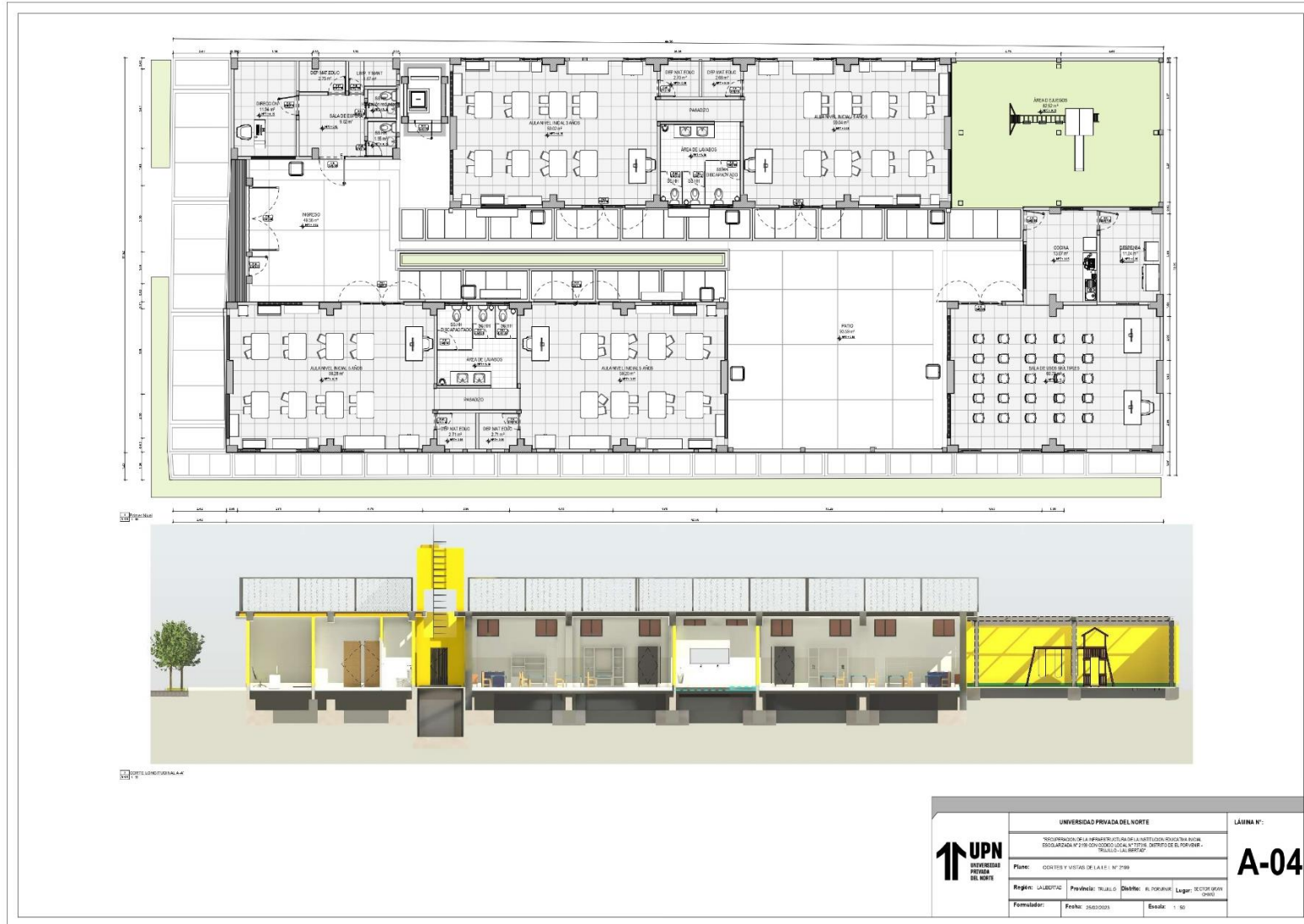


	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL PORVENIR			LÁMINA N°:	
	"SE LE NOTIFICA QUE EL PRESENTE PLANO DE ALIGERADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 2199 - RAYITO DE LUZ EN EL PORVENIR, LA LIBERTAD, 2023, HA SIDO APROBADO POR EL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (C.S.S.T.) DEL DISTRITO DE EL PORVENIR."				
	Plano: ALIGERADO - MÓDULO DE AULAS 3 Y 4 AÑOS				E-07
	Región: LA LIBERTAD	Provincia: TUMBES	Distrito: EL PORVENIR	Lugar: INSTITUCIÓN EDUCATIVA	
Formador:	Fecha: 03/10/2023	Escala: 1:25			

ANEXOS 5: PLANO DE VISTAS 3D POR MÓDULO



ANEXOS 6: PLANO DE MÓDULO DE AULAS – CORTE LONGITUDINAL



	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			LÁMINA N°:	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA "RAYITO DE LUZ" EN EL PORVENIR, LA LIBERTAD, 2023 ESCOLARADA N° 2199 - RAYITO DE LUZ EN EL PORVENIR, LA LIBERTAD, 2023				
	Plano:	CORTE Y VISTAS DE LA I. E. N° 2199			<b>A-04</b>
	Región:	LA LIBERTAD	Provincia:	TRUJILLO	
Formador:	Fecha:	2023/03/01	Escala:	1:50	

ANEXOS 7: PLANO DE MÓDULO ADMINISTRATIVO: VISTA EN PLANTA Y 3D

CUADRO DE CUADRO VANOS				
CUADRO DE VENTANAS				
Nº	W/P	ALTO	A. SEPT.	
W-01	2.00	2.00	SI	
W-02	2.00	1.00	SI	

CUADRO DE PUERTAS				
Nº	W/P	ALTO	MATERIAL	
P-01	1.00	2.00	MATERIAL	
P-02	1.00	2.00	MATERIAL	
P-03	1.00	2.00	MATERIAL	

1.10 MÓDULO ADMINISTRATIVO

1.10

1.10 MÓDULO ADMINISTRATIVO

1.10

1.10 MÓDULO ADMINISTRATIVO

1.10

1.10 MÓDULO ADMINISTRATIVO

1.10

<b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LÁMINA N.º:
	"IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 2199 - RAYITO DE LUZ EN EL PORVENIR, LA LIBERTAD, 2023"	A-05
Plano: 002010 - VENTANA DE VENTANA	Región: LA LIBERTAD	Provincia: TUMBES
Formulador:	Fecha: 2023	Escala: 1:50

ANEXOS 8: PLANO DE DETALLE ARQUITECTURA GENERAL - VISTA 3D

