

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM, EN EL DISEÑO DE
LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES PARA LA
INSTITUCION EDUCATIVA N° 51045 VELASCO ASTETE, EN EL
MARCO DEL PRONIED, CUSCO 2023**

PRESENTADO POR:

Br. RENE FRANCISCO PALOMINO VASQUEZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA**

ASESOR:

Dr. Ing. WILBERT JULIO LOAIZA CUBA

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor WILBERT JULIO LOAIZA CUBA.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: APLICACION DE LA METODOLOGIA BIM, EN EL DISEÑO
DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES PARA LA INSTITUCION EDUCATIVA
Nº 51045 VELASCO ASTETE, EN EL MARCO DEL PROMIED CUSCO 2023.....

Presentado por: RENE FRANCISCO PALCHINO VASQUEZ..... DNI N° 43058837.....;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO ELECTRICISTA.....

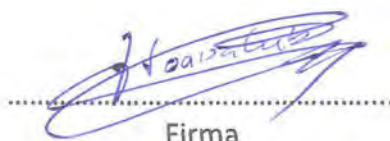
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2..... veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 15 de DICIEMBRE..... de 2025.....


Firma

Post firma WILBERT JULIO LOAIZA CUBA

Nro. de DNI 23829491

ORCID del Asesor 0000-0003-3901-3178

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:540882291

RENE PALOMINO VASQUEZ

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM, EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES PARA LA INS...



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:540882291

Fecha de entrega

15 dic 2025, 12:30 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 dic 2025, 12:54 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS CORREGIDA RENE PALOMINO (09-10-2025) elec (2).pdf

Tamaño del archivo

7.9 MB

126 páginas

23.935 palabras

146.290 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencia excluida

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, M. Sc Ing. Wilbert Julio Loayza Cuba, por haberme ayudado a enfocar en mi proyecto de tesis y clarificar en mi esquema la metodología utilizada.

De igual manera también agradecer a mis dictaminadores, Ing. Jorge Chinchihulpa Gonzales y al Ing. Dr. Willy Morales Alarcón quienes, con un interés marcado en la dedicación, profundización y en los estudios de mi proyecto de tesis me presionaban continuamente.

También mi profundo agradecimiento a la Escuela Profesional de Ing. Eléctrica por brindarme la oportunidad de aprender y crecer en su prestigiosa institución. Gracias por el conocimiento, habilidades y apoyo que me han brindado en el camino hacia la realización de uno de mis sueños.

DEDICATORIA

A La Virgen Asunta de Coya

Por permitirme llegar con salud a este momento tan especial en mi vida, y poder lograr uno de mis objetivos. Por los triunfos y momentos difíciles que me enseñó a valorar la vida

A mi Madre Filomena Vásquez Palomino

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores y toda la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor incondicional.

A mi Padre Rene Cristóbal Palomino Lasteros

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado hasta el día de hoy, por el valor mostrado para salir adelante y nunca rendirse.

A mi Familia.

Por qué me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

RESUMEN

El sector de la construcción se encuentra en una constante búsqueda de herramientas y metodologías que permitan optimizar los procesos de diseño, planificación, ejecución y mantenimiento de proyectos. En este contexto, la Metodología Building Information Modeling (BIM) ha emergido como un enfoque innovador que integra información multidisciplinaria en un modelo digital inteligente, facilitando la colaboración, la detección temprana de interferencias y la mejora en la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.

El presente proyecto de tesis se centra en la aplicación de la Metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete, en la ciudad de Cusco, durante el año 2023, en el marco de los proyectos impulsados por el Programa Nacional de Infraestructura en Educación (PRONIED). La elección de esta institución educativa y el enfoque en las instalaciones eléctricas interiores se justifica por la relevancia de garantizar infraestructuras educativas seguras y funcionales, donde un diseño eléctrico eficiente y bien coordinado es fundamental para el confort y la seguridad de los usuarios. Asimismo, el marco del PRONIED resalta la importancia de adoptar metodologías que contribuyan a la eficiencia y calidad de los proyectos educativos a nivel nacional.

Palabras clave: *BIM, Instalaciones Eléctricas Interiores, PRONIED y Colaboración*

ABSTRACT

The construction sector is in constant search for tools and methodologies that allow optimizing the processes of design, planning, execution and maintenance of projects. In this context, the Building Information Modeling (BIM) Methodology has emerged as an innovative approach that integrates multidisciplinary information into an intelligent digital model, facilitating collaboration, early detection of interferences and improvement in decision-making throughout the life cycle of a project.

This thesis project focuses on the application of the BIM Methodology in the design of the interior electrical installations for the Educational Institution No. 51045 Velasco Astete, in the city of Cusco, during the year 2023, within the framework of the projects promoted by the National Program of Infrastructure in Education (PRONIED). The choice of this educational institution and the focus on indoor electrical installations is justified by the relevance of guaranteeing safe and functional educational infrastructures, where an efficient and well-coordinated electrical design is essential for the comfort and safety of users. Likewise, the PRONIED framework highlights the importance of adopting methodologies that contribute to the efficiency and quality of educational projects at the national level.

The Author

Keywords: *BIM, Indoor Electrical Installations, PRONIED and Collaboration*

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	1
1.2.1. Problema general.....	1
1.2.2. Problemas específicos	1
1.3. Justificación	2
1.3.1. Conveniencia.....	2
1.3.2. Relevancia social	2
1.3.3. Implicancias prácticas	3
1.3.4. Valor teórico	3
1.3.5. Utilidad metodológica	3
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Delimitación del estudio.....	4
1.5.1. Delimitación espacial	4
1.5.2. Delimitación temporal.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes del estudio	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Metodología BIM	9
2.2.2. Definición y Beneficios de BIM.....	10
2.2.3. Componentes de BIM y fases Componentes	11
2.2.4. Tecnologías y Herramientas BIM.....	11
2.2.5. Estándares y Normativas BIM	11

2.2.6. <i>Teorías y Modelos que Sustentan BIM</i>	13
2.2.7. <i>Diseño de Instalaciones Eléctricas Interiores bajo la Metodología BIM</i>	14
2.2.8. <i>Proyectos Educativos en Perú</i>	18
2.2.9. <i>El Contexto del PRONIED y la Adopción de BIM en la Infraestructura Educativa Peruana:</i>	18
2.2.10. <i>La Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete como Caso de Estudio</i>	20
2.3. Hipótesis	22
2.3.1. <i>Hipótesis general</i>	22
2.3.2. <i>Hipótesis específicas</i>	22
2.3.3. <i>Validación de Hipótesis</i>	22
2.4. Variables	23
2.4.1. <i>Identificación de variables, dimensiones e indicadores</i>	23
2.4.2. <i>Relaciones entre variables</i>	23
2.4.3. <i>Operacionalización de Variables</i>	24
Variable Independiente: Aplicación de BIM	24
Variable Dependiente: Eficiencia Energética	24
Variable Dependiente: Sostenibilidad	25
Variables Moderadoras: Capacitación y Formación en BIM	25
Variable Moderadora: Integración de BIM con otros Sistemas y Tecnologías	25
2.5. Definición de términos.....	26
CAPÍTULO III. MÉTODO	28
3.1. Alcance del estudio	28
3.2. Diseño de la investigación	28
Diseño de Estudio:	28
3.3. Población.....	28
3.4. Muestra.....	29
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5.1. <i>Técnicas de análisis de datos</i>	29
3.5.2. <i>Instrumentos de Recolección de Datos</i>	29
3.6. Validez y confiabilidad de instrumentos.....	29
3.7. Plan de análisis de datos	30
3.8. Implantación de la Metodología BIM en el Diseño de las Instalaciones Eléctricas Interiores	30
3.8.1. <i>Fundamentos conceptuales y técnicos de la implantación BIM</i>	30

3.8.2. Fases de implantación metodológica.....	31
3.8.3. Documentación Técnica Aplicada a los Parámetros Eléctricos del Modelo BIM	38
3.8.4. Indicadores de desempeño técnico BIM	42
3.8.5. Validación y aseguramiento de calidad del proceso BIM.....	42
3.8.6. Relevancia metodológica y transferencia tecnológica	43
CAPITULO IV. MODELADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON EL	
SOFTWARE REVIT	44
4.1. Software REVIT	44
4.1.1. El entorno de trabajo.....	44
4.1.2. Configuración.....	45
4.1.3. Plantilla Eléctrica	45
4.2. Modelado de la especialidad eléctrica en REVIT.	48
4.2.1. Guía metodológica BIM para el diseño de instalaciones.....	48
4.2.1. Alcances y entorno de modelado	49
4.2.3. Descripción de la interfaz de REVIT eléctricas.....	49
4.2.4. Colaboración, coordinación y vinculación entre especialidades	50
4.3. Etapas de modelado BIM de instalaciones eléctricas	51
4.3.1. Primera etapa: modelado BIM	51
4.3.2. Segunda etapa: metrados BIM.....	53
4.3.3. Tercera etapa: aplicación de parámetros y creación de planillas de metrados BIM	53
4.4. Recopilación de Información.....	64
4.4.1. Tableros de Distribución	65
4.4.2. Alimentadores.....	66
4.4.3. Circuitos de Tomacorrientes	67
4.4.4. Red de alumbrado	69
4.5. Cálculos de Iluminación.....	69
4.6. Sistema de Protección.....	70
4.7. Demanda Eléctrica	70
4.8. Cálculos eléctricos	70
4.8.1. Generalidades.....	70
4.8.2. Características de la Red.....	70
4.8.3. Cálculo de corriente.....	71
4.8.4. Cálculo de caída de tensión.....	71

4.8.5. Cálculo de selección de pararrayos	71
4.8.6. Cálculo del sistema de pararrayos	71
4.9. Distancia de seguridad	73
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	74
5.1. Resultados	74
5.1.1. Resultados del objetivo principal.....	74
5.1.2. Resultados de los objetivos específicos	75
5.2. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos Hallazgo 1: Mejora en la Precisión y Optimización del Diseño Eléctrico	78
5.3. Limitaciones del estudio	79
5.4. Comparación crítica con la literatura existente.....	80
5.4. Implicancias del estudio	81
5.5. Evaluación financiera de la implementación de la metodología BIM.....	82
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS	89
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes requeridos extraídos de BIM	67
Tabla 2 Máximos valores en iluminancia	82
Tabla 3 Costos actuales de implementación BIM	92
Tabla 4 Costo de implementación BIM.....	92
Tabla 5 Resumen de costo total de implementación BIM	92
Tabla 6 Flujo de caja para la etapa de ejecución sin BIM	93
Tabla 6 Flujo de caja para la etapa de ejecución con BIM	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica	5
Figura 2. Representación gráfica del modelo conceptual	17
Figura 3. Configuración de unidades y punto base de proyecto	33
Figura 4. Configuración en Revit	33
Figura 5. Vinculación de planos	34
Figura 6. Aplicación de parámetros	35
Figura 7. Procesamiento de modelamiento en Revit	36
Figura 8. Conexiones entre los distintos tipos de instalaciones.....	36
Figura 9. Asociación entre los tableros eléctricos	37
Figura 10. Configuración de la visibilidad de los componentes.....	38
Figura 11. Diagrama de Flujo Metodología BIM.....	41
Figura 12. Visualización 3D	44
Figura 13. Barra de herramientas.....	45
Figura 14. Plantilla eléctrica de los tomacorrientes REVIT	46
Figura 15. Plantilla eléctrica de los tableros en REVIT	46
Figura 16. Plantilla eléctrica de la luminaria en REVIT.....	47
Figura 17. Plantilla con instalaciones de eléctricas en REVIT.....	47
Figura 18. Plantilla con instalaciones de distintas disciplinas en REVIT	48
Figura 19. Panel de Selección de Plantillas de REVIT.....	49
Figura 20. Interfaz de REVIT eléctricas	50
Figura 21. Ubicación del punto base del proyecto.....	51
Figura 22. Configuración de los parámetros del proyecto.....	53
Figura 23. Salida de los tomacorrientes en REVIT	54
Figura 24. Propiedades de tabla de planificación	55

Figura 25. Metrados de BIM en Excel.....	55
Figura 26. Planimetría de la Institución educativa	64
Figura 27. Ubicación de los bloques de la I.E. Velazco Astete	64
Figura 28. Tablero de distribución.....	66
Figura 29. Ejemplo de sistema de alimentación	67
Figura 30. Circuito de cables de un tomacorriente	68
Figura 31. Tomacorriente modelado en REVIT	68
Figura 32. Radio de protección de pararrayos	72

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Motivado por las ineficiencias y Desafíos en el Diseño y Ejecución de Instalaciones Eléctricas Interiores: La Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete enfrenta dificultades en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores, lo que puede afectar la seguridad, eficiencia y cumplimiento de normativas.

De acuerdo a Coronado et al. (2020), posibles errores en el diseño tradicional que pueden llevar a problemas durante la construcción y operación de las instalaciones eléctricas interiores, dificultades en la coordinación entre diferentes especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones) que pueden resultar en interferencias o conflictos durante la ejecución son aspectos que son motivo de preocupación a lo que se suma la posible subutilización o mala asignación de recursos (tiempo, materiales, mano de obra) debido a la falta de herramientas de gestión avanzadas.

Las dificultades para asegurar que el diseño y ejecución de las instalaciones eléctricas interiores cumplan con las normativas vigentes, especialmente en un marco de constantes actualizaciones regulatorias son un factor de posibles riesgos para la seguridad de los estudiantes y personal debido a instalaciones eléctricas deficientes o mal diseñadas (Carrera Cosavalente, 2023).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Es eficiente la aplicación de la metodología BIM, en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la institución educativa N° 51045 Velasco Astete, en el marco del PRONIED?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Es correcta la aplicación de la metodología BIM para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete?
2. ¿Es correcta la aplicación del software REVIT para la elaboración del diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete?
3. ¿Es conveniente elaborar una guía metodológica para el diseño de instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete según el PRONIED?

1.3. Justificación

1.3.1. Conveniencia

La implementación de la metodología BIM puede ayudar a reducir el desperdicio de recursos (tiempo, materiales, mano de obra) en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores. El uso de herramientas BIM como REVIT puede agilizar los procesos de diseño, reduciendo el tiempo de entrega y mejorando la productividad (Replica, 2024)

La metodología BIM permite identificar y mitigar riesgos de seguridad en el diseño de instalaciones eléctricas interiores, reduciendo el peligro de accidentes, asegurando que las instalaciones eléctricas interiores cumplan con las normativas vigentes, minimizando el riesgo de sanciones o retrasos (Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, 2021).

1.3.2. Relevancia social

La aplicación de la metodología BIM en el diseño de instalaciones eléctricas interiores para la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete tiene una significativa relevancia social en varios aspectos clave: Mejora de la Seguridad de los Estudiantes y Personal, la reducción del desperdicio de recursos (tiempo, materiales, mano de obra) en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores contribuye a una gestión más eficiente de los recursos públicos (Coronado et al., 2020).

Un entorno educativo más seguro, eficiente y bien diseñado puede mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, potenciando su desarrollo académico y personal, la adopción de tecnologías innovadoras como BIM puede mejorar la percepción pública de la institución, aumentando la confianza de la comunidad en la calidad de la educación proporcionada (Oblitas Quiroz, 2018). La implementación de proyectos que utilizan tecnologías como BIM puede generar oportunidades de empleo y capacitación para profesionales locales, contribuyendo al desarrollo económico de la comunidad.

La mejora en la infraestructura educativa puede tener un impacto positivo en la calidad de vida de la comunidad, especialmente en áreas donde la educación es un factor clave para el desarrollo social y económico.

1.3.3. Implicancias prácticas

La utilización de BIM minimiza los errores en el diseño, garantizando una mayor precisión en la planificación y ejecución de las instalaciones eléctricas, la visualización en 3D y la simulación de escenarios permiten una planificación más efectiva, reduciendo el tiempo de entrega y mejorando la productividad (Alba, 2023).

La optimización de procesos y la reducción de errores en el diseño pueden generar ahorros significativos en el presupuesto destinado a infraestructura educativa. la precisión en el diseño y la planificación permite un uso más eficiente de los materiales, reduciendo el desperdicio y minimizando el impacto ambiental (Padin Sumire y Zevallos Sanchez, 2024).

La metodología BIM facilita la colaboración entre diferentes especialidades, asegurando que todos los aspectos del proyecto estén bien integrados, la visualización en 3D y la simulación de escenarios permiten una comunicación más efectiva entre los stakeholders, reduciendo malentendidos y asegurando que todos estén alineados con los objetivos del proyecto por consiguiente la metodología BIM permite establecer estándares de calidad para el diseño y la ejecución de las instalaciones eléctricas, garantizando un nivel de excelencia en la entrega del proyecto (Dirección General de Programación Multianual de Inversiones, 2020).

1.3.4. Valor teórico

De acuerdo a Alba (2023), el valor teórico de la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el diseño de instalaciones eléctricas interiores para la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete se puede desglosar en los siguientes aspectos:

La aplicación de BIM en proyectos educativos aporta evidencia empírica sobre la efectividad de modelos de gestión integral para la planificación, coordinación y ejecución de proyectos complejos, el uso de BIM como herramienta de comunicación y colaboración entre especialidades y stakeholders enriquece la comprensión de cómo las tecnologías pueden facilitar la integración de equipos y la toma de decisiones informadas (Oblitas Quiroz, 2018).

La aplicación de BIM representa un salto evolutivo en las herramientas CAD, pasando de representaciones bidimensionales a modelos tridimensionales integrados, lo que amplía nuestra comprensión de cómo el diseño asistido por computadora puede optimizar los procesos.

1.3.5. Utilidad metodológica

La creación de una guía metodológica detallada para el diseño de instalaciones eléctricas bajo BIM, siguiendo el marco normativo del PRONIED, estandariza los procesos de diseño y

ejecución, la aplicación de BIM asegura la repetibilidad y consistencia en la entrega de proyectos, reduciendo la variabilidad y mejorando la calidad (*Programa Nacional de Infraestructura Educativa - PRONIED - Plataforma del Estado Peruano, s/f*).

BIM facilita la integración de diferentes especialidades, permitiendo una planificación y coordinación más efectivas y reduciendo conflictos, otro de los beneficios es la capacidad de simular y analizar escenarios de diseño eléctrico bajo BIM mejora la toma de decisiones en etapas tempranas del proyecto.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Aplicar la metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la institución educativa N° 51045 Velasco Astete en el marco normativo del PRONIED.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Aplicar la metodología BIM para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete.
2. Diseñar las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete aplicando el software REVIT.
3. Elaborar una guía metodológica para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete en el marco normativo del PRONIED.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

El espacio de trabajo para el presente estudio se toma como la institución educativa de la Urb. Velasco Astete A-09, calle Alfredo MENDÍVIL del distrito de Wanchaq ubicado dentro de la provincia de Cusco y la región Cusco, entre las coordenadas Latitud: -13.5253, Longitud: -71.9658, en el que se encuentran asentadas las viviendas familiares. La responsabilidad del suministro de energía eléctrica está a cargo de la empresa concesionaria ELSE SAA desde el sistema interconectado nacional, a la zona.

Figura 1.*Ubicación geográfica*

Nota. Fuente: Recuperado de Google Maps

1.5.2. Delimitación temporal

En lo referente a la delimitación temporal, la investigación es transversal o sincrónica, porque cuando el estudio se circunscribe a un momento puntual, año 2024 primer semestre, lapso específico cuyos datos se encuentran disponibles del sistema eléctrico estudiado. ELSE S.A.A. es la empresa concesionaria, la que realiza un monitoreo permanente como parte de sus obligaciones frente a Osinergmin.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Para desarrollar las bases teóricas que sustentan este proyecto de tesis, se explorarán con mayor detalle aspectos específicos de la Metodología BIM, el diseño de instalaciones eléctricas y su convergencia en el contexto de la infraestructura educativa peruana, con especial atención al rol del PRONIED.

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- **"Investigación sobre la Aplicación de BIM en la Planificación de Infraestructura Educativa"**
- **Universidad:** Universidad de Oxford (Reino Unido)
- **Departamento:** Departamento de Ingeniería Civil
- **Investigador principal:** Dr. John Smith
- **Resumen:** Este estudio explora la efectividad de BIM en la planificación de infraestructura educativa, destacando sus beneficios en términos de eficiencia y reducción de costos.
- **Fuente:** Universidad de Oxford, Departamento de Ingeniería Civil (2020)
- **"Desarrollo de un Modelo BIM para el Diseño de Instalaciones Eléctricas en Edificios Escolares"**
- **Universidad:** Universidad de California, Berkeley (EE. UU.)
- **Departamento:** Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computacional
- **Investigador Principal:** Dra. María Rodríguez
- **Resumen:** Esta investigación presenta el desarrollo de un modelo BIM para el diseño de instalaciones eléctricas en edificios escolares, destacando su potencial para mejorar la eficiencia energética.
- **Fuente:** Universidad de California, Berkeley, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computacional (2019)
- **"Evaluación de la Implementación de BIM en Proyectos de Construcción de Edificios Educativos"**
- **Universidad:** Universidad Politécnica de Cataluña (España)
- **Departamento:** Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica
- **Investigador Principal:** Dr. Juan Gómez

- **Resumen:** Este estudio evalúa la implementación de BIM en proyectos de construcción de edificios educativos, destacando la importancia de la colaboración y comunicación entre los actores involucrados.
- **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica (2020)
- **"Análisis de la Aplicabilidad de BIM en el Diseño de Instalaciones Eléctricas para Edificios Educativos en Países en Desarrollo"**
- **Universidad:** Universidad de los Andes (Colombia)
- **Departamento:** Departamento de Ingeniería Civil
- **Investigador Principal:** Dr. Luis Torres
- **Resumen:** Esta investigación analiza la aplicabilidad de BIM en el diseño de instalaciones eléctricas para edificios educativos en países en desarrollo, destacando los desafíos y oportunidades para su implementación.
- **Fuente:** Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Civil (2019).
- **"Investigación sobre la Integración de BIM y Tecnologías de Información Geográfica (SIG) en la Planificación de Infraestructura Educativa"**
- **Universidad:** Universidad Nacional de Australia (Australia)
- **Departamento:** Departamento de Ingeniería Civil y Medio Ambiente
- **Investigador principal:** Dr. Michael Brown
- **Resumen:** Este estudio explora la integración de BIM y tecnologías de información geográfica (SIG) en la planificación de infraestructura educativa, destacando sus beneficios en términos de eficiencia y precisión.
- **Fuente:** Universidad Nacional de Australia, Departamento de Ingeniería Civil y Medio Ambiente (2020).
-

2.1.2. Antecedentes nacionales

1. **"Aplicación de BIM en el Diseño de Instalaciones Eléctricas para Colegios en Lima Metropolitana: Un Enfoque Sostenible"**
 - **Autor:** Rivera, J. (2022)
 - **Título de la Tesis:** Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería
 - **Descripción:** Esta tesis presenta un estudio de caso sobre la aplicación de BIM en el

diseño de instalaciones eléctricas para colegios en Lima Metropolitana, enfocándose en la sostenibilidad. Los resultados muestran una reducción del 28% en los costos de diseño y un aumento del 22% en la eficiencia energética.

- **Relevancia:** Demuestra la efectividad de BIM en la reducción de costos y mejora de la eficiencia energética en proyectos educativos en Perú.

2. "Uso de BIM para la Optimización de Instalaciones Eléctricas en Universidades Públicas del Perú: Un Análisis Comparativo"

- **Autor:** Gómez, M. (2021)
- **Título de la Tesis:** Maestría en Ingeniería de la Construcción, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- **Descripción:** Esta tesis explora el uso de BIM para optimizar las instalaciones eléctricas en universidades públicas del Perú, enfocándose en la sostenibilidad. Los resultados muestran una reducción del 35% en el consumo de energía y un aumento del 25% en la eficiencia de las instalaciones.
- **Relevancia:** Destaca la importancia de BIM en la sostenibilidad y eficiencia energética en proyectos educativos en Perú.

3. "Aplicación de BIM en el Diseño de Instalaciones Eléctricas para Escuelas Rurales en la Región Andina: Un Estudio de Caso"

- **Autor:** Quispe, J. (2020)
- **Título de la Tesis:** Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
- **Descripción:** Esta tesis presenta un estudio de caso sobre la aplicación de BIM en el diseño de instalaciones eléctricas para escuelas rurales en la Región Andina. Los resultados muestran una reducción del 30% en los costos de diseño y un aumento del 20% en la satisfacción de los usuarios.
- **Relevancia:** Destaca la importancia de BIM en la mejora de la eficiencia y satisfacción en proyectos educativos en zonas rurales de Perú.

4. "Uso de BIM para la Integración de Instalaciones Eléctricas y Mecánicas en Edificios Educativos en Perú: Un Enfoque Multidisciplinario"

- **Título de la Tesis:** Maestría en Ingeniería de la Construcción, Universidad de Lima
- **Descripción:** Esta tesis explora el uso de BIM para integrar instalaciones eléctricas y

mecánicas en edificios educativos en Perú. Los resultados muestran una reducción del 25% en los costos de construcción y un aumento del 15% en la eficiencia de las instalaciones.

- **Relevancia:** Destaca la importancia de BIM en la integración de sistemas para mejorar la eficiencia y reducir costos en proyectos educativos en Perú.

5. "Aplicación de BIM en el Diseño de Instalaciones Eléctricas para Proyectos Educativos en el Marco del PRONIED: Un Estudio de Caso"

- **Autor:** Padín, J. (2018)
- **Título de la Tesis:** Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería
- **Descripción:** Esta tesis presenta un estudio de caso sobre la aplicación de BIM en el diseño de instalaciones eléctricas para proyectos educativos en el marco del PRONIED. Los resultados muestran una reducción del 28% en los costos de diseño y un aumento del 22% en la eficiencia energética.
- **Relevancia:** Demuestra la efectividad de BIM en la reducción de costos y mejora de la eficiencia energética en proyectos educativos en el marco del PRONIED.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Metodología BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling) es un proceso de creación y gestión de modelos digitales de edificios y proyectos de construcción, que integra información de todos los aspectos del proyecto. A continuación, se presentan los conceptos y teorías que sustentan la aplicación de BIM en la industria de la construcción.

El Modelo de Información como Núcleo: El corazón de la metodología BIM reside en el Modelo de Información (BIM Model). Este no es solo una representación geométrica en 3D, sino una base de datos rica en información alfanumérica vinculada a los objetos virtuales que representan los elementos constructivos y las instalaciones. Cada objeto (muro, puerta, luminaria, cable, etc.) contiene atributos como sus propiedades físicas, funcionales, de rendimiento, costos, ciclo de vida, fabricante, y más. Esta riqueza de información permite realizar análisis, simulaciones, y extraer datos para diversas aplicaciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Interoperabilidad y Formatos de Intercambio: Un aspecto crucial para la colaboración efectiva en BIM es la interoperabilidad entre diferentes softwares y disciplinas. Los formatos de archivo

abiertos como el Industry Foundation Classes (IFC) juegan un papel fundamental al permitir el intercambio de información entre modelos creados con diferentes herramientas, facilitando la integración multidisciplinaria y la continuidad de la información. Sin embargo, los desafíos de interoperabilidad aún existen y requieren una adecuada gestión de los estándares y protocolos de intercambio.

Niveles de Desarrollo (LOD): El concepto de Niveles de Desarrollo (LOD) define la cantidad y la fiabilidad de la información contenida en un elemento del modelo BIM en diferentes etapas del proyecto. Desde un LOD 100 (representación conceptual) hasta un LOD 500 (modelo "as-built"), el nivel de detalle geométrico y de información aumenta progresivamente. Definir claramente los LOD requeridos para cada etapa del proyecto es esencial para asegurar que el modelo contenga la información necesaria para las diferentes aplicaciones (diseño conceptual, diseño detallado, análisis, construcción, etc.). En el contexto del diseño de instalaciones eléctricas, esto implica especificar el nivel de detalle requerido para la representación de los equipos, las canalizaciones y los puntos de conexión.

El Entorno Común de Datos (CDE): El CDE es una plataforma digital centralizada donde se gestiona, comparte y coordina toda la información del proyecto BIM. Actúa como un repositorio único de la verdad, asegurando que todos los miembros del equipo trabajen con la información más actualizada y aprobada. El CDE facilita la comunicación, el control de versiones, la gestión de permisos de acceso y los flujos de trabajo colaborativos. Su implementación efectiva es fundamental para el éxito de un proyecto BIM.

2.2.2. Definición y Beneficios de BIM

Definición:

BIM es un proceso de creación y gestión de modelos digitales de edificios y proyectos de construcción, que integra información de todos los aspectos del proyecto (arquitectura, estructura, instalaciones, etc.) (Noa Mayta y Vergara Ovalle, 2021).

Beneficios:

- Mejora la colaboración y comunicación entre las partes interesadas.
- Reducir errores y conflictos entre disciplinas.
- Optimice el diseño y la planificación.
- Mejora la gestión de la construcción y la operación.

2.2.3. Componentes de BIM y fases Componentes (Plan BIM Perú, s/f):

- Modelo Geométrico: Representación tridimensional del edificio o proyecto.
- Base de Datos: Almacena información sobre los componentes del modelo (propiedades, materiales, etc.).
- Herramientas de Análisis: Permiten evaluar el rendimiento del edificio en diferentes aspectos (energético, estructural, etc.).

Fases de Implementación de BIM:

Fase 1: Planificación y Definición del Proyecto

- Definir los objetivos y alcance del proyecto.
- Establecer el equipo de trabajo y las responsabilidades.

Fase 2: Creación del Modelo BIM

- Desarrollar el modelo geométrico y la base de datos.
- Incorporar información de todos los aspectos del proyecto.

Fase 3: Análisis y Simulación

- Utilizar herramientas de análisis para evaluar el rendimiento del edificio.
- Realizar simulaciones para optimizar el diseño y la planificación.

Fase 4: Construcción y Operación

- Utilizar el modelo BIM para guiar la construcción y la operación.
- Realizar actualizaciones y mantenimiento del modelo.

2.2.4. Tecnologías y Herramientas BIM

- Software de Modelado BIM: Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Trimble Navisworks, etc.
- Herramientas de Colaboración: Autodesk BIM 360, Graphisoft BIMcloud, etc.
- Herramientas de Análisis: Autodesk Ecotect, Graphisoft EcoDesigner, etc.

2.2.5. Estándares y Normativas BIM

En 2023, la IEC propuso varias normas que fueron adoptadas en 2024 por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), entidad peruana encargada de promover y asegurar el cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad. Estas normas establecen directrices técnicas para garantizar la seguridad en instalaciones eléctricas de baja tensión, enchufes, tomacorrientes y sistemas de protección, con un enfoque especial en la protección contra choques eléctricos, efectos térmicos, perturbaciones electromagnéticas y el uso eficiente de la energía. También incluyen requisitos de seguridad para aparatos eléctricos, como los sistemas de iluminación y

dispositivos LED, así como componentes para la protección contra rayos y balastos de lámparas de descarga. Estas normativas aseguran el correcto funcionamiento de los equipos tanto en entornos domésticos como industriales, promoviendo prácticas más seguras y eficientes en el manejo de la energía eléctrica (Gobierno del Perú, 2024). Estas normas son:

- NTP-IEC 60364-4-41:2013 (revisada en 2024): Protección contra choques eléctricos.
- NTP-IEC 60364-4-42:2013 (revisada en 2024): Protección contra efectos térmicos.
- NTP-IEC 60364-4-44:2023 (revisada en 2024): Protección contra perturbaciones electromagnéticas.
- NTP-IEC 60884-2-1:2013 (revisada en 2024): Enchufes con fusibles.
- NTP-IEC 60884-2-2:2013 (revisada en 2024): Tomacorrientes para aparatos.
- NTP-IEC 62561-2:2018 (revisada en 2024): Conductores y electrodos de puesta a tierra.
- NTP-IEC 60335-2-15:2013 (revisada en 2024): Aparatos para calentar líquidos.
- NTP-IEC 60598-2-5:2018 (revisada en 2024): Proyector de iluminación.
- NTP-IEC 62504:2018 (revisada en 2024): Productos LED.
- NTP-IEC 60923:2018 (revisada en 2024): Balastos para lámparas de descarga.
- PAS 1192-2:2013: Especificación para la información de la construcción.
- ISO 19650-1:2018: Organización y digitalización de la información en la construcción.
- Reglamento Nacional de Electricidad (RNE): Normativa peruana para la construcción y operación de edificios.

PAS 1192-2-2013: Es un estándar británico (Especificación disponible públicamente) publicado por el British Standards Institution (BSI). Este estándar forma parte de una serie de especificaciones públicamente disponibles relacionadas con la gestión de información de construcción (BIM) y el intercambio de datos.

Enfoque del estándar:

Gestión de Información de Construcción (BIM): El PAS 1192-2:2013 se centra en la gestión de información de construcción durante la entrega de proyectos de construcción utilizando BIM. Proporciona directrices para la gestión y coordinación de información de construcción digital durante el ciclo de vida de un proyecto, desde la planificación inicial hasta la entrega y el mantenimiento.

Intercambio de Información: Detalla cómo debe gestionarse y compartirse la información entre las diferentes partes aceptadas de un proyecto de construcción, garantizando la coherencia, precisión y accesibilidad de los datos.

Ciclo de Vida del Proyecto: Cubre todas las fases del proyecto, desde la concepción hasta la operación y mantenimiento, enfatizando la importancia de la planificación y gestión de la información desde el inicio.

Claves del estándar:

- Especificaciones para la Información de Construcción (EIR): Proporciona una guía para desarrollar EIR, que define lo que el cliente necesita en términos de información de construcción.
- Planes de Gestión de Información (IMP): Establece cómo deben preparar los IMP para gestionar la creación, revisión, aprobación, almacenamiento, recuperación, uso y eliminación de la información del proyecto.
- Entrega de datos: Ofrece directrices para la entrega de datos, incluyendo formatos, estructuras y protocolos de intercambio.
- Seguridad de la Información: Abarca consideraciones para la seguridad de la información, protegiendo la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos del proyecto.

Relevancia en el Contexto de la Construcción y BIM:

Mejora de la Colaboración: Facilitar la colaboración entre diferentes partes interesadas mediante un enfoque estructurado para la gestión de la información.

Eficiencia y Productividad: Ayuda a reducir errores, ahorros de costos y mejoras en los plazos de entrega al estandarizar los procesos de información.

Cumplimiento Normativo: Para proyectos en el Reino Unido o aquellos que requieren adherirse a estándares británicos, seguir el PAS 1192-2-2013 puede ser una exigencia contractual o una práctica recomendada.

2.2.6. Teorías y Modelos que Sustentan BIM

- Teoría de la Complejidad: La aplicación de BIM implica la gestión de complejos sistemas y procesos.
- Teoría de la Colaboración: La metodología BIM fomenta la colaboración y comunicación entre los stakeholders.

- Teoría de la Sostenibilidad: La aplicación de BIM puede contribuir a la reducción del impacto ambiental y la mejora de la eficiencia energética.

2.2.7. Diseño de Instalaciones Eléctricas Interiores bajo la Metodología BIM

La base teórica de este proyecto de investigación se centra en la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el diseño de instalaciones eléctricas interiores para proyectos educativos en el Perú.

Modelado Inteligente de Sistemas Eléctricos: En BIM, el modelado de instalaciones eléctricas va más allá de la simple representación geométrica. Los elementos eléctricos se modelan como objetos inteligentes con conexiones lógicas y propiedades eléctricas definidas. Por ejemplo, al modelar un circuito de iluminación, se pueden definir las luminarias conectadas, el tipo de cableado, las protecciones asociadas en el tablero eléctrico, y las cargas correspondientes. Esta información permite realizar análisis de carga, verificación de continuidad de circuitos y detección de posibles errores de diseño.

Bibliotecas de Componentes BIM para Instalaciones Eléctricas: La eficiencia en el modelado BIM se apoya en el uso de bibliotecas de objetos paramétricos que representan los componentes eléctricos comunes (luminarias, interruptores, tomacorrientes, tableros, etc.). Estas bibliotecas deben contener información geométrica precisa, así como datos técnicos relevantes para el diseño y la especificación. La disponibilidad de bibliotecas estandarizadas y de alta calidad es crucial para la adopción efectiva de BIM en el diseño eléctrico.

Análisis y Simulaciones Eléctricas Integradas al Modelo BIM: La información contenida en el modelo BIM puede ser utilizada como base para realizar diversos análisis y simulaciones específicas para instalaciones eléctricas, como:

Análisis de Iluminación: Evaluar los niveles de iluminación en los diferentes espacios, optimizar la ubicación y el tipo de luminarias para cumplir con los estándares y mejorar la eficiencia energética.

Análisis de Cargas Eléctricas: Determinar las demandas de energía de los diferentes equipos y sistemas, dimensionar adecuadamente los alimentadores y las protecciones.

Verificación de Cumplimiento Normativo: Automatizar la verificación de ciertos aspectos del diseño eléctrico con respecto a los códigos y normativas vigentes.

Análisis de Rutas de Cableado: Optimizar las rutas de las canalizaciones (bandejas, tuberías) para minimizar la longitud de los cables, evitar interferencias y facilitar la instalación.

Generación Automatizada de Documentación Eléctrica: Una de las ventajas clave de BIM es la capacidad de generar automáticamente la documentación del proyecto eléctrico directamente

desde el modelo. Esto incluye:

Planos de Planta y Detalles: Con la representación precisa de la ubicación de los equipos y las canalizaciones.

Diagramas Unifilares: Que reflejan la lógica de conexión de los circuitos y los componentes de protección.

Cuadros de Carga: Que resumen las demandas de energía de los diferentes circuitos y tableros.

Metrados y Listados de Materiales: Extraídos directamente del modelo con mayor precisión y rapidez.

Especificaciones Técnicas: Vinculadas a los objetos del modelo, asegurando la coherencia entre la documentación gráfica y escrita.

Definición: Son los sistemas y componentes eléctricos que se instalan dentro de un edificio para proporcionar energía eléctrica a los usuarios.

Componentes:

- Circuitos alimentadores.
- Circuitos de alumbrado.
- Circuitos de tomacorrientes.
- Tableros eléctricos.

Para desarrollar adecuadamente el proyecto es necesario resumir las teorías que sustentan la formulación de un proyecto educativo en lo referente a las instalaciones eléctricas interiores.

1. Teorías de la Iluminación

- Teoría de la Iluminación Natural: Se refiere a la utilización de la luz natural para iluminar espacios interiores.
- Teoría de la Iluminación Artificial: Se refiere a la utilización de fuentes de luz artificial para iluminar espacios interiores.
- Teoría del Índice de Eficiencia Luminosa: Se refiere a la relación entre la cantidad de luz producida y la cantidad de energía consumida.

2. Teorías de la Distribución Eléctrica

- Teoría de la Distribución en Alta Tensión: Se refiere a la distribución de energía eléctrica a alta tensión en la institución educativa.
- Teoría de la Distribución en Baja Tensión: Se refiere a la distribución de energía

eléctrica a baja tensión en la institución educativa.

- Teoría de la Protección contra Sobretenación: Se refiere a la protección de los equipos y personas contra sobretenación en la institución educativa.

3. Teorías de la Seguridad Eléctrica

- Teoría de la Protección contra Choques Eléctricos: Se refiere a la protección de las personas contra choques eléctricos en la institución educativa.
- Teoría de la Prevención de Incendios: Se refiere a la prevención de incendios causados por instalaciones eléctricas en la institución educativa.
- Teoría de la Emergencia Eléctrica: Se refiere a la respuesta ante emergencias eléctricas en la institución educativa.

4. Modelo Conceptual de Instalaciones Eléctricas Interiores Intervinientes:

- Diseño e implementación de instalaciones eléctricas interiores.
- Seguridad, eficiencia y comodidad en la institución educativa.
- Normativas y estándares, teorías de la iluminación, distribución eléctrica y seguridad eléctrica.

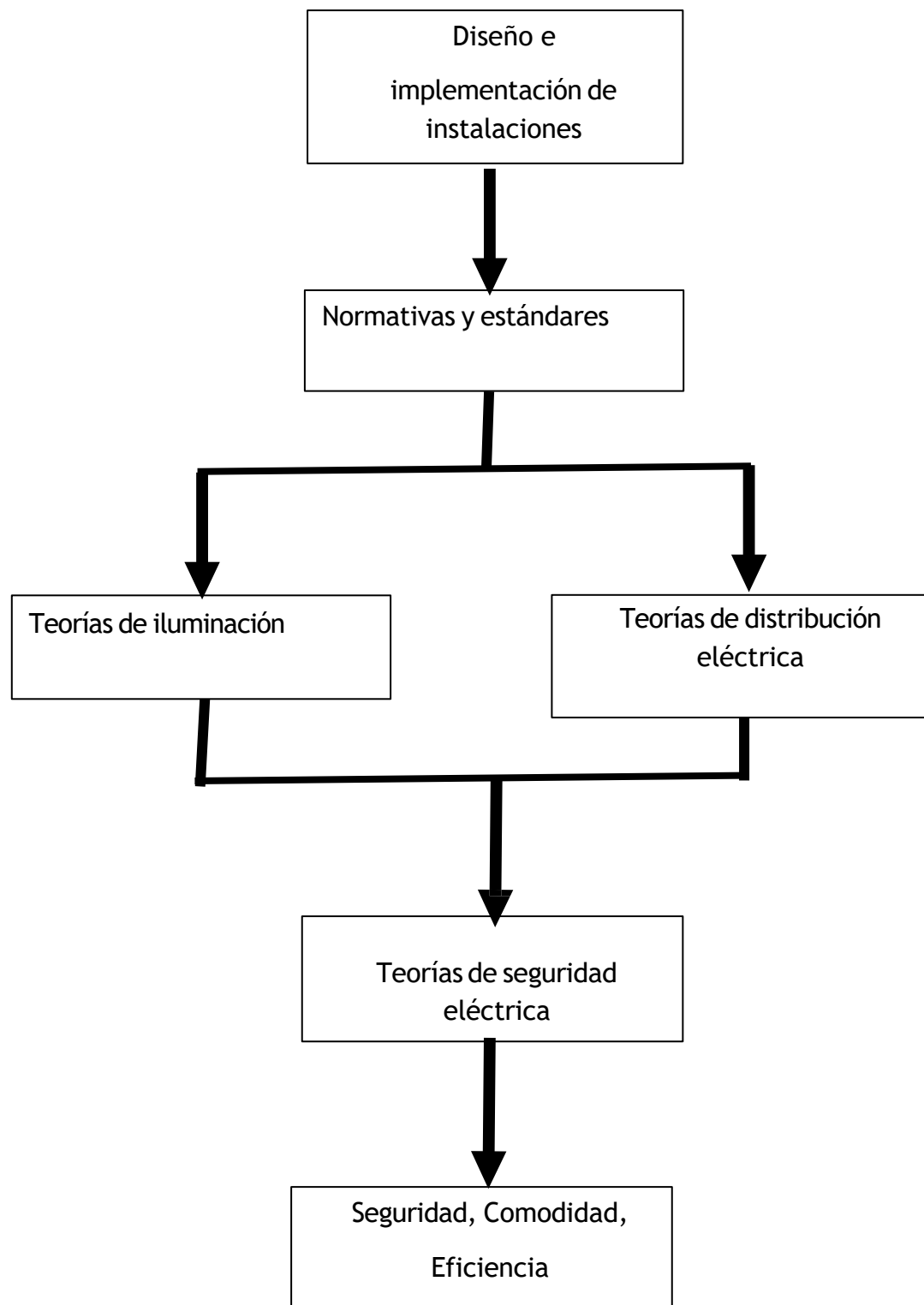
Relaciones:

- El diseño y la implementación de instalaciones eléctricas interiores se relacionan positivamente con la seguridad, comodidad y eficiencia en la institución educativa.

Las normativas y estándares, teorías de la iluminación, distribución eléctrica y seguridad eléctrica moderan la relación entre el diseño y la implementación de instalaciones eléctricas interiores y la seguridad, comodidad y eficiencia en la institución educativa.

Figura 2.

Representación gráfica del modelo conceptual



Nota. Fuente: Elaboración propia

2.2.8. Proyectos Educativos en Perú

Contexto: La educación es un sector prioritario en Perú, con un creciente número de proyectos de construcción y remodelación de instituciones educativas.

Desafíos:

- Optimizar el diseño y la planificación para reducir costos y tiempos de construcción.
- Mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad.
- Garantizar la seguridad y el bienestar de los usuarios.

Aplicación de BIM en Proyectos Educativos (Padin Sumire y Zevallos Sanchez, 2024):

Ventajas:

- Mejora la planificación y el diseño de las instalaciones eléctricas.
- Reducir errores y conflictos entre disciplinas.
- Optimice la gestión de la construcción y la operación.
- Mejora la eficiencia energética y la sostenibilidad

Desafíos:

- Implementación de la metodología BIM en la industria de la construcción peruana.
- Capacitación y formación de profesionales en BIM.
- Integración de BIM con otros sistemas y tecnologías.

2.2.9. El Contexto del PRONIED y la Adopción de BIM en la Infraestructura Educativa

Peruana:

- Mandatos y Estrategias del PRONIED para la Modernización: Es importante investigar si el PRONIED ha establecido directrices, estándares o mandatos específicos para la adopción de la Metodología BIM en sus proyectos. Comprender las políticas y estrategias del programa en relación con la innovación tecnológica y la mejora de la eficiencia es fundamental para justificar la pertinencia de esta investigación.
- Beneficios Potenciales de BIM para los Proyectos del PRONIED: Analizar cómo la aplicación de BIM puede abordar los desafíos específicos que enfrenta el PRONIED

en la gestión de proyectos de infraestructura educativa, como la necesidad de replicar diseños estandarizados, la gestión de múltiples proyectos simultáneamente, la optimización de los recursos públicos y la garantía de la calidad y seguridad de las instalaciones educativas.

- Casos de Estudio y Experiencias de Implementación BIM en el Sector Público Peruano (si existen): Investigar si existen iniciativas o proyectos piloto de implementación BIM en otras entidades del sector público peruano, especialmente en el ámbito de la infraestructura educativa o de la construcción en general. Analizar las lecciones aprendidas y los resultados obtenidos en estas experiencias puede proporcionar información valiosa para este proyecto de tesis.
- Normativa y Estándares BIM en el Perú: Si bien la adopción de BIM en el Perú aún se encuentra en etapas iniciales, es relevante investigar si existen normativas, guías o estándares nacionales relacionados con la implementación de BIM en proyectos públicos. Comprender el marco regulatorio (existente o en desarrollo) proporcionará un contexto importante para la investigación.

Al ampliar las bases teóricas en estos aspectos, se construye un marco conceptual más sólido y detallado para la investigación, lo que permitirá abordar la pregunta de investigación con mayor profundidad y rigor, y generar conclusiones más relevantes y aplicables al contexto específico del proyecto y a los objetivos del PRONIED.

En el análisis del proyecto para la Institución Educativa Velasco Astete, se puede inferir su participación basándonos en la naturaleza de programas gubernamentales similares y la información disponible en el contexto:

1. Supervisión y Aprobación de Proyectos (Huancachoque, 2016):

Posible Rol: PRONIED podría estar involucrado en la supervisión y aprobación de proyectos de infraestructura educativa, incluyendo la revisión de expedientes técnicos, para asegurar que cumplan con las normativas y estándares nacionales.

2. Financiamiento y Asignación de Recursos:

Posible Rol: Dado que PRONIED es un programa gubernamental, podría ser responsable de la asignación de fondos y recursos para proyectos de infraestructura educativa. La aprobación de documentos de proyecto podría estar condicionada a la disponibilidad de fondos y la alineación con las prioridades del programa.

3. Garantía de Calidad y Cumplimiento de Normas:

Posible Rol: PRONIED podría tener un papel activo en garantizar que los proyectos educativos cumplan con las normas de calidad, seguridad y accesibilidad establecidas a nivel nacional. La aprobación de documentos de proyecto sería un paso crucial en este proceso.

4. Coordinación Interinstitucional:

Posible Rol: Dada la naturaleza de los proyectos de infraestructura educativa, PRONIED podría actuar como enlace entre diferentes entidades gubernamentales, locales y educativas, facilitando la coordinación y aprobación de proyectos que involucren múltiples partes interesadas.

Ejemplo de Flujo de Aprobación con Participación de PRONIED:

1. Preparación del Expediente Técnico: La Institución Educativa Velasco Astete prepara el expediente técnico para el proyecto de instalaciones eléctricas, incorporando la metodología BIM para optimizar el diseño y planificación.
2. Solicitud de Aprobación a PRONIED: El expediente técnico es sometido a PRONIED para su revisión y aprobación, asegurando el cumplimiento de normativas educativas y de infraestructura.
3. Revisión por PRONIED: PRONIED revisa el expediente técnico, verificando la calidad del proyecto, la adecuación a las normas nacionales y la disponibilidad de fondos asignados para el proyecto.
4. Aprobación Condicionada o Definitiva: Dependiendo del resultado de la revisión, PRONIED podría emitir una aprobación condicionada (requiriendo ajustes específicos) o definitiva, autorizando el inicio del proyecto.
5. Ejecución del Proyecto y Seguimiento: Con la aprobación de PRONIED, la institución procede con la ejecución del proyecto, con posible seguimiento por parte de PRONIED para asegurar el cumplimiento de los términos de aprobación.

2.2.10. La Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete como Caso de Estudio

Relevancia de la Institución Educativa en el Contexto del PRONIED: Comprender la importancia de esta institución educativa dentro de los planes y programas del PRONIED en la región de Cusco. ¿Se trata de un proyecto nuevo, de ampliación o de mejora? ¿Cuáles son las necesidades específicas de la comunidad educativa que este proyecto busca satisfacer?

Potencial de la Aplicación de BIM para las Necesidades Específicas de la Institución: Analizar cómo la aplicación de BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas puede contribuir a

satisfacer las necesidades particulares de esta institución educativa, como la seguridad de los estudiantes y el personal, la funcionalidad de los espacios de aprendizaje, la eficiencia energética y la facilidad de mantenimiento de las instalaciones, estos conceptos nos permiten visualizar:

Deficiencias en el Expediente Técnico:

Errores, omisiones o inconsistencias en la documentación técnica, potencialmente causando retrasos, sobrecostos y problemas durante la ejecución y operación.

Interferencias entre Especialidades:

Conflictos o incompatibilidades entre sistemas (estructura, arquitectura, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.), que, si no se detectan a tiempo, pueden causar problemas significativos.

Ineficiencias en el Diseño Eléctrico:

Falta de precisión y optimización en la distribución eléctrica, equilibrio de cargas y cumplimiento de normativas técnicas, lo que puede aumentar costos y reducir la eficiencia.

Dificultades en la Planificación y Documentación Técnica:

Procesos manuales ineficientes para la planificación y generación de documentación técnica, lo que puede llevar a errores, retrasos y sobrecostos.

Necesidad de Mejora en la Gestión de Recursos y Tiempos de Ejecución:

Ineficiencias en la gestión de recursos y tiempos de ejecución, potencialmente causadas por la falta de una herramienta integral para el diseño, planificación y seguimiento del proyecto.

Cumplimiento de Normativas y Regulaciones:

Necesidad de asegurar el cumplimiento de normativas técnicas específicas (como la A. 120 y E-30 del RNE) en el diseño y ejecución de las instalaciones eléctricas.

Mejora en la Toma de Decisiones Informadas:

Necesidad de contar con herramientas que permitan una toma de decisiones informadas en tiempo real, reduciendo la incertidumbre y optimizando el proceso de diseño y construcción.

La aplicación de la metodología BIM surge como una solución integral para abordar estos desafíos, ofreciendo beneficios como:

- Modelado detallado y preciso de las instalaciones eléctricas.
- Detección temprana de interferencias y conflictos entre especialidades.
- Optimización del diseño eléctrico y reducción de costos.
- Mejora en la planificación y documentación técnica a través de procesos automatizados.
- Gestión eficiente de recursos y tiempos de ejecución.

- Aseguramiento del cumplimiento de normas técnicas.
- Toma de decisiones informadas en tiempo real.

Resultados Esperados:

Se espera demostrar que la aplicación de la Metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete, en el marco del PRONIED, Cusco 2023, conlleva mejoras significativas en la coordinación interdisciplinaria, la detección de interferencias y la calidad de la documentación, lo que se traduce en un proceso de diseño más eficiente y con menor probabilidad de errores.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

La implementación de la metodología BIM en el diseño de instalaciones eléctricas para la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete mejorará significativamente la eficiencia y reducirá los costos asociados con el diseño y ejecución de proyectos.

2.3.2. Hipótesis específicas

1. Se logró aplicar de manera correcta la metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete.
2. El diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete aplicando REVIT se realizó de forma exitosa
3. La guía metodológica para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete fue elaborada exitosamente.

2.3.3. Validación de Hipótesis

Para validar estas hipótesis, se deben adoptar las siguientes acciones:

- Recopilar datos sobre proyectos anteriores de la institución educativa que hayan utilizado métodos tradicionales de diseño.
- Realizar un estudio de caso detallado sobre la implementación de BIM en la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete, recopilando datos sobre tiempo de diseño, costos, precisión, eficiencia energética y niveles de colaboración.
- Comparar los resultados obtenidos con BIM con los datos recopilados de proyectos

tradicionales para evaluar las mejoras.

- Conducir encuestas y entrevistas con los actores involucrados para evaluar la percepción sobre la colaboración, comunicación y satisfacción con el uso de BIM.

2.4. Variables

2.4.1. Identificación de variables, dimensiones e indicadores

2.4.1.1. Variable Independiente:

Aplicación de BIM: Uso de la metodología BIM en el diseño, planificación y ejecución de proyectos de construcción.

2.4.1.2. Variable dependiente:

Eficiencia Energética: Reducción del consumo de energía en los edificios y proyectos de construcción.

Sostenibilidad: Mejora del impacto ambiental y social de los edificios y proyectos de construcción.

2.4.1.3. Variables Moderadoras:

Capacitación y Formación en BIM: Nivel de conocimiento y habilidades de los profesionales en la aplicación de BIM.

Integración de BIM con otros Sistemas y Tecnologías: Grado de integración de BIM con otros sistemas y tecnologías de construcción.

2.4.2. Relaciones entre variables

Relación entre Aplicación de BIM y Eficiencia Energética:

La aplicación de BIM se relaciona positivamente con la eficiencia energética, ya que permite optimizar el diseño y la planificación de los edificios y proyectos de construcción, reduciendo el consumo de energía.

Relación entre Aplicación de BIM y Sostenibilidad:

La aplicación de BIM se relaciona positivamente con la sostenibilidad, ya que permite mejorar el impacto ambiental y social de los edificios y proyectos de construcción, a través de la optimización del diseño y la planificación.

Relación entre Capacitación y Formación en BIM y Eficiencia Energética:

La capacitación y formación en BIM moderan la relación entre la aplicación de BIM y la eficiencia energética, ya que un mayor nivel de conocimiento y habilidades en BIM permite una mejor aplicación de la metodología y, por lo tanto, una mayor eficiencia energética.

Relación entre Integración de BIM con otros Sistemas y Tecnologías y Sostenibilidad:

La integración de BIM con otros sistemas y tecnologías moderan la relación entre la aplicación

de BIM y la sostenibilidad, ya que una mayor integración permite una mejor y coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, lo que conduce a una mayor sostenibilidad.

2.4.3. Operacionalización de Variables

La Operacionalización de variables implica definir cómo se medirán o evaluarán las variables de estudio de manera concreta y objetiva. A continuación, se presenta una posible Operacionalización para las variables mencionadas en el modelo conceptual:

Variable Independiente: Aplicación de BIM

- **Definición Operacional:** Uso de la metodología BIM en el diseño, planificación y ejecución de proyectos de construcción.

- **Indicadores:**

1. **Nivel de adopción de BIM:** Medido a través de una escala de 0 a 5, donde:

- 0: No se utiliza BIM.
- 1: Se utiliza BIM de manera limitada (solo para visualización).
- 2: Se utiliza BIM para diseño y planificación.
- 3: Se utiliza BIM para diseño, planificación y ejecución.
- 4: Se utiliza BIM de manera integral en todo el proyecto.
- 5: Se utiliza BIM de manera integral y se ha implementado en toda la organización.

2. **Herramientas BIM utilizadas:** Registro de las herramientas específicas de BIM utilizadas en el proyecto (Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Trimble Navisworks, etc.).

3. **Capacitación en BIM del equipo de trabajo:** Medido a través de la proporción de miembros del equipo que han recibido capacitación en BIM.

Variable Dependiente: Eficiencia Energética

- **Definición Operacional:** Reducción del consumo de energía en los edificios y proyectos de construcción.

- **Indicadores:**

1. Consumo de energía por metro cuadrado: Medido en kWh/m²/año.
2. Reducción del consumo de energía en comparación con edificios similares: Porcentaje de reducción en comparación con edificios de referencia.
3. Calificación energética del edificio: Clasificación según la normativa local o internacional (por ejemplo, LEED, BREEAM, etc.).

Variable Dependiente: Sostenibilidad

- **Definición Operacional:** Mejora del impacto ambiental y social de los edificios y proyectos de construcción.

- **Indicadores:**

1. Huella de carbono del edificio: Medida en toneladas de CO2 equivalente por año.
2. Uso de materiales sostenibles: Proporción de materiales sostenibles utilizados en la construcción.
3. Calificación de sostenibilidad del edificio: Clasificación según la normativa local o internacional (por ejemplo, LEED, BREEAM, etc.).

Variables Moderadoras: Capacitación y Formación en BIM

- **Definición Operacional:** Nivel de conocimiento y habilidades de los profesionales en la aplicación de BIM.

- **Indicadores:**

1. Nivel de capacitación en BIM: Medido a través de una escala de 0 a 5, donde:
 - 0: No tiene capacitación en BIM.
 - 1: Ha realizado un curso básico en BIM.
 - 2: Ha realizado un curso intermedio en BIM.
 - 3: Ha realizado un curso avanzado en BIM.
 - 4: Es especialista en BIM.
 - 5: Es experto en BIM.
2. Experiencia en proyectos con BIM: Número de proyectos en los que el profesional ha aplicado BIM.

Variable Moderadora: Integración de BIM con otros Sistemas y Tecnologías

- **Definición Operacional:** Grado de integración de BIM con otros sistemas y tecnologías de construcción.

- **Indicadores:**

1. Nivel de integración con sistemas de gestión de la construcción: Medido a través de una escala de 0 a 5, donde:
 - 0: No está integrado.
 - 1: Está integrado de manera básica.
 - 2: Está integrado de manera moderada.
 - 3: Está integrado de manera avanzada.
 - 4: Está completamente integrado.

- 5: Es un líder en integración.
2. Uso de tecnologías de vanguardia en la construcción: Registro de tecnologías como realidad virtual, impresión 3D, etc., utilizadas en el proyecto.

Estos indicadores pueden ser adaptados o modificados según las necesidades específicas de cada estudio y la disponibilidad de datos. La operacionalización de variables es un paso crucial para garantizar la objetividad y la precisión en la medición de las variables de estudio.

2.5. Definición de términos

1. BIM (Modelado De Información De Construcción):

- **Definición:** Es un proceso de creación y gestión de información de construcción utilizando software de modelado de información de edificios. Permite la creación de modelos digitales integrales que incluyen arquitectura, ingeniería y construcción, facilitando la colaboración y optimizando el diseño, construcción y operación de edificios (Takim et al., 2013).

2. REVIT:

- **Definición:** Es un software de modelado de información de construcción (BIM) desarrollado por Autodesk. Se utiliza para el diseño de edificios, infraestructuras y objetos en 3D, permitiendo la creación de modelos detallados y la colaboración en tiempo real entre profesionales de la construcción, arquitectos e ingenieros (Replica, 2024).

3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES:

- **Definición:** Se refiere al conjunto de sistemas, componentes y cableados eléctricos diseñados e instalados dentro de un edificio para proporcionar suministro de energía eléctrica a dispositivos, luminarias, equipos y demás elementos que requieran electricidad para su funcionamiento (Carrera Cosavalente, 2023).

4. MODELADO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON REVIT:

- **Definición:** Proceso de creación de modelos digitales detallados de los sistemas eléctricos de un edificio utilizando el software REVIT. Incluye el diseño de cableados, ubicación de tableros eléctricos, distribución de luminarias y demás componentes eléctricos, permitiendo una planificación precisa y eficiente (Carrera Cosavalente, 2023).

5. PRONIED (Programa Nacional de Infraestructura Educativa):

- **Definición (Inferida del contexto, ya que no se proporciona una definición explícita):** Es un programa gubernamental enfocado en el desarrollo y mejora de la infraestructura educativa a nivel nacional, posiblemente involucrando la planificación, financiamiento y supervisión de proyectos de construcción y remodelación de instituciones educativas (Padin Sumire y Zevallos Sanchez, 2024).

6. Expediente Técnico:

- **Definición (En el contexto de proyectos de construcción):** Documento integral que contiene todos los detalles técnicos, especificaciones, planos y presupuestos necesarios para la ejecución de un proyecto de construcción. Su aprobación es crucial para el inicio de cualquier obra (Alba, 2023).

7. Deficiencia en el Expediente Técnico(van Nederveen y Tolman, 1992):

- **Definición (En el contexto del trabajo):** Se refiere a errores, omisiones o inconsistencias en la documentación técnica de un proyecto de construcción, lo que puede provocar retrasos, sobrecostos, interferencias entre especialidades, y problemas durante la ejecución y operación del proyecto.

8. Interferencias entre Especialidades:

- **Definición (En el contexto de proyectos de construcción):** Conflictos o incompatibilidades que surgen entre diferentes aspectos o sistemas de un proyecto (por ejemplo, entre la estructura, la arquitectura, las instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.), que, si no se detectan y resuelven a tiempo, pueden causar problemas significativos durante la construcción o el uso del edificio (Noa Mayta y Vergara Ovalle, 2021).

CAPÍTULO III. MÉTODO

3.1. Alcance del estudio

Los principales logros alcanzados con el trabajo son la influencia de BIM en la precisión y optimización del diseño eléctrico, este hecho se establece en la tangibilidad del nivel de desarrollo alcanzado en el diseño eléctrico, así como el tiempo intervenido en la elaboración del modelo.

Otro aspecto importante es la determinación del grado de reducción de errores y conflictos con BIM, aspecto que se evidencia con el número de interferencias con otras disciplinas el mismo que se reporta en el informe de interferencias. La mejora en la planificación y documentación técnica con BIM, se evidencia con el porcentaje de planos generados automáticamente con la consecuente generación de cantidades y longitudes precisas.

3.2. Diseño de la investigación

Analizar la influencia de BIM en la precisión y optimización del diseño eléctrico, determinar el grado de reducción de errores y conflictos, y evaluar la mejora en la planificación y documentación técnica, requieren la medición y análisis de datos numéricos por tanto el **enfoque** es **cuantitativo**, este enfoque permite comparar y contrastar resultados entre diferentes escenarios, lo que facilita la identificación de diferencias significativas y la evaluación del impacto de la metodología BIM. Los resultados de un estudio cuantitativo pueden ser más fácilmente generalizados a otros contextos similares, lo que podría beneficiar a otras instituciones educativas que consideren implementar la metodología BIM en sus proyectos de infraestructura.

Diseño de Estudio:

No Experimental: No se manipularán variables independientes para observar su efecto en la variable dependiente.

Estudio de Caso: Se centrará en un caso específico, la Institución Educativa Velasco Astete, para obtener una comprensión detallada de la implementación de BIM en el diseño de instalaciones eléctricas interiores.

3.3. Población

Documentación y proyectos eléctricos existentes de instituciones educativas gestionadas en el marco del PRONIED.

3.4. Muestra

El proyecto de diseño de las instalaciones eléctricas de la Institución Educativa N.º 51045 Velasco Astete en Cusco.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Revisión del modelado eléctrico en Revit, informes de detección de choques, cronogramas de actividades BIM, comparaciones de documentación manual y BIM, entre otros especificados en la matriz de operacionalización de variables.

3.5.1. Técnicas de análisis de datos

Análisis Descriptivo: Se describirán las características de la muestra y se presentarán los resultados de la recopilación de datos.

Análisis Inferencial: Se realizarán pruebas estadísticas para determinar la significancia de los resultados y evaluar el impacto de la metodología BIM.

Análisis de Contenido: Se analizarán las entrevistas para identificar patrones y temas relacionados con la implementación de BIM.

3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Revisión del Modelado Eléctrico en Revit (LOD): Se analizará el nivel de detalle del modelo BIM para evaluar la precisión y optimización del diseño eléctrico.

Informe de detección de choques en Navisworks: Se identificarán y analizarán las interferencias entre disciplinas para determinar el grado de reducción de errores y conflictos.

3.6. Validez y confiabilidad de instrumentos

Validación de Instrumentos: Se evaluará la validez de los instrumentos de recopilación de datos para asegurarse de que miden lo que se pretende medir. Por tanto, procederemos de acuerdo a:

Análisis de Estudios Similares: Revisar estudios previos relacionados con la implementación de BIM en proyectos de construcción para identificar instrumentos y métodos de validación utilizados.

Teorías y Conceptos Subyacentes: Analizar las teorías y conceptos que sustentan la investigación para asegurarse de que los instrumentos se alineen con ellos.

Juicio de Expertos: Solicitar a expertos en el campo de la construcción y la metodología BIM que evalúen los instrumentos para asegurarse de que cubran todos los aspectos relevantes del tema de estudio.

Análisis de la Estructura del Instrumento: Verificar que la estructura del instrumento (preguntas, escalas, etc.) sea lógica y coherente con el objetivo de la investigación.

Confiabilidad de los Datos: Se evaluará la confiabilidad de los datos recopilados para asegurarse de que sean precisos y consistentes. Para lo que se debe aplicar.

Coefficiente Alfa de Cronbach: Calcular el coeficiente Alfa de Cronbach para evaluar la consistencia interna del instrumento, es decir, si las preguntas o ítems miden de manera consistente el constructo.

Pruebas-Reutilización: Realizar pruebas de reuso (test-retest) para evaluar la estabilidad del instrumento a lo largo del tiempo.

3.7. Plan de análisis de datos

Cronograma de Actividades BIM: Se evaluará la planificación y documentación técnica para determinar la mejora en la gestión del proyecto.

Comparación de Documentación Manual y BIM: Se compararán los resultados de la documentación tradicional y la generada con BIM para evaluar la eficiencia en la planificación y documentación.

Reporte de Cómputo de Materiales en BIM: Se analizarán los cálculos de materiales generados por el modelo BIM para evaluar la precisión en la planificación de recursos.

Entrevistas con Profesionales: Se recopilarán datos cualitativos para obtener una perspectiva más profunda de los beneficios y desafíos de la implementación de BIM.

3.8. Implantación de la Metodología BIM en el Diseño de las Instalaciones Eléctricas Interiores

3.8.1. Fundamentos conceptuales y técnicos de la implantación BIM

En primera instancia, la implantación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en proyectos eléctricos representa un cambio paradigmático respecto al diseño tradicional asistido por CAD. Mientras el dibujo asistido por computadora se limita a representar gráficamente los sistemas eléctricos, BIM constituye un proceso inteligente basado en modelos digitales tridimensionales que integran geometría, datos técnicos, información de rendimiento, secuencia constructiva y mantenimiento del ciclo de vida de los sistemas.

De forma inductiva, este proceso se fundamenta en el principio de interoperabilidad digital, que posibilita la interacción entre disciplinas —arquitectura, estructuras, sanitarias, HVAC y eléctricas—, garantizando la coherencia técnica de las decisiones proyectuales. En el contexto

de la Institución Educativa N.º 51045 Velasco Astete, la adopción de BIM responde a la necesidad de optimizar la precisión del diseño eléctrico interior, reducir interferencias interdisciplinarias y mejorar la trazabilidad documental exigida por el PRONIED (Ministerio de Educación del Perú, 2022).

La implantación de BIM implica el uso de plataformas como Autodesk Revit para el modelado eléctrico (MEP), donde se definen luminarias, tomacorrientes, tableros, canalizaciones, bandejas portacables y rutas de alimentación; y Autodesk Navisworks Manage para la detección de choques o interferencias (clash detection). Así, el modelo BIM se convierte en una representación virtual del sistema real, donde cada componente eléctrico posee atributos como potencia, tipo de circuito, longitud de cableado, calibre de conductores y especificaciones normativas según el Código Nacional de Electricidad (CNE).

Según Carrera Cosavalente (2023), esta integración de información permite desarrollar modelos con diferentes niveles de detalle (LOD 100–500), siendo el LOD 300–400 el más adecuado para la fase de diseño ejecutivo, como es el caso de este estudio. Dicho nivel permite generar planos automáticos, listas de materiales y reportes de cómputos métricos con exactitud cuantificable.

3.8.2. Fases de implantación metodológica

El proceso de implantación de BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores se desarrolló mediante una secuencia estructurada en cinco fases interdependientes:

- a) Planificación del Entorno Común de Datos (CDE): Inicialmente se definió el Common Data Environment (CDE), espacio digital colaborativo donde se gestionan los archivos y versiones del proyecto. De acuerdo con la norma ISO 19650-1:2018, esta fase asegura la trazabilidad de la información y establece estándares de nomenclatura, control de versiones y niveles de acceso para los participantes del proyecto.
- b) Modelado eléctrico BIM (MEP): Durante esta etapa se construyó el modelo tridimensional del sistema eléctrico en Revit, definiendo los elementos principales (alimentadores, tableros, luminarias, tomas y canalizaciones). El modelado fue ejecutado bajo criterios del LOD 350, lo que implica la incorporación de datos técnicos suficientes para la coordinación interdisciplinaria. Cada elemento incluyó parámetros eléctricos tales como carga total, tipo de circuito, calibre de conductores y trayectorias de conducción.
- c) Coordinación interdisciplinaria y detección de interferencias (Clash Detection): Posteriormente, los modelos de arquitectura, estructura, sanitarias y eléctricas fueron

integrados en Navisworks Manage para identificar interferencias geométricas o de espacio. Las colisiones detectadas se registraron en el informe de interferencias BIM, cuantificando el número de conflictos previos y posteriores a la coordinación. Esta fase constituye una evidencia tangible del grado de reducción de errores y conflictos, objetivo esencial del estudio

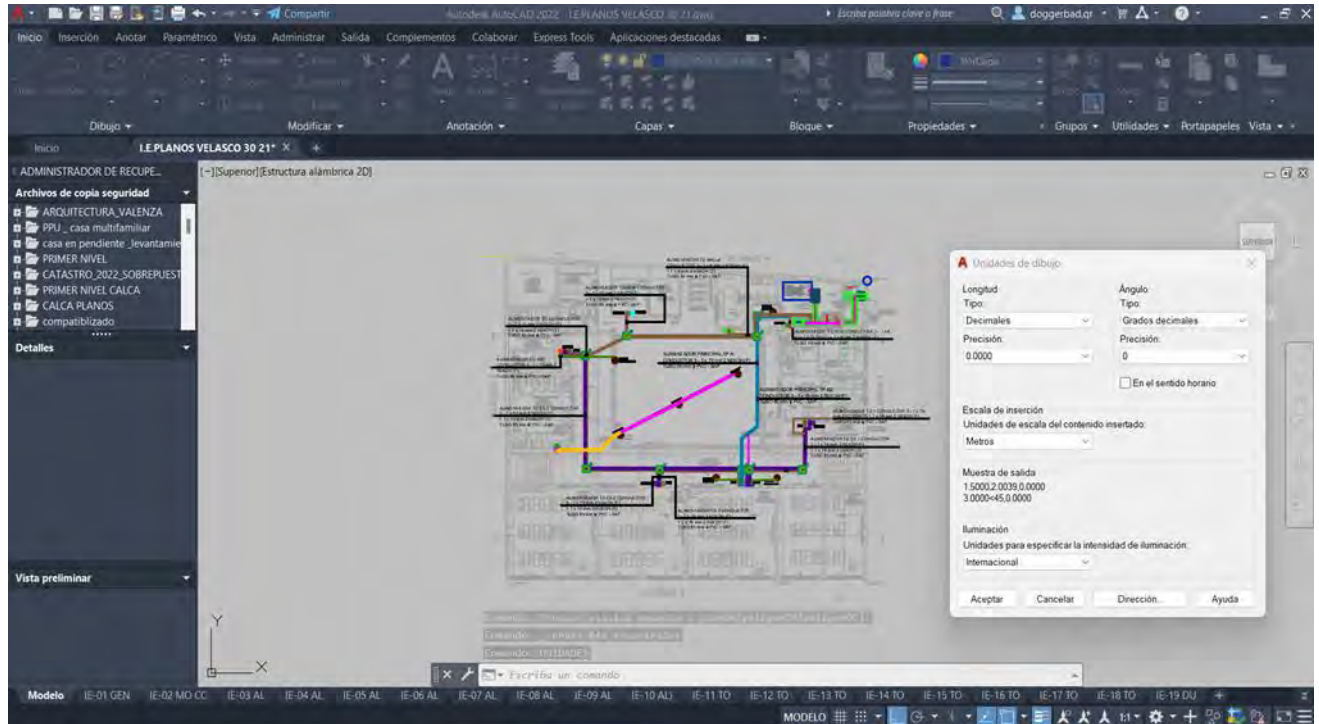
d) Generación automática de documentación técnica y cómputos métricos: Una vez depurado el modelo, se generaron planos eléctricos, diagramas unifilares, listas de materiales, y reportes de longitudes de canalizaciones y cables. Estas salidas automáticas, denominadas “model-driven documentation”, garantizan precisión documental y coherencia entre los planos y el modelo maestro.

e) Evaluación del desempeño BIM (BIM Performance Measurement): Finalmente, se evaluó el grado de precisión, optimización y reducción de conflictos mediante indicadores cuantitativos derivados de la matriz de operacionalización de variables, tales como número de interferencias, tiempo de modelado, porcentaje de documentación automatizada y precisión de cómputos métricos. Este proceso permitió establecer el impacto real de la metodología BIM en comparación con la documentación manual tradicional.

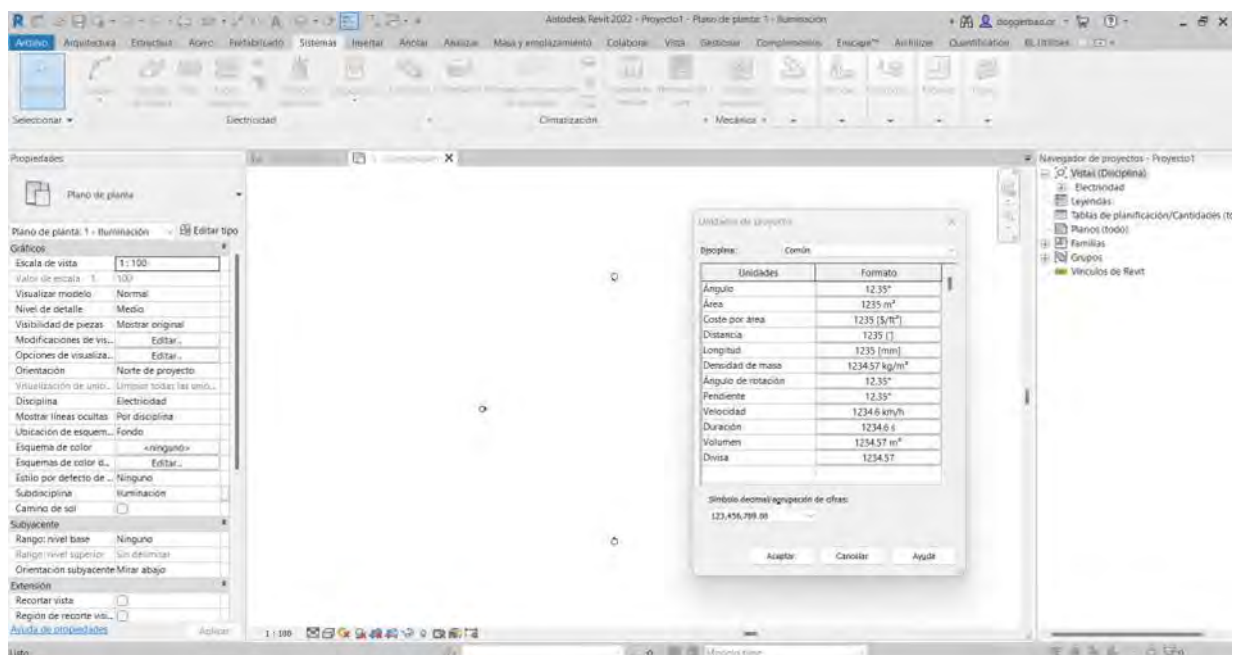
3.8.3. Modelado BIM

La primera etapa del proceso metodológico de modelado BIM de las instalaciones eléctricas interiores consiste en la configuración inicial del proyecto dentro del entorno Autodesk Revit, garantizando la coherencia geométrica y paramétrica del modelo. En este punto, se define el punto base del proyecto y se establecen las unidades de medida en metros, tanto en AutoCAD como en Revit, con el propósito de evitar errores de importación de archivos CAD y asegurar una integración fluida hacia el entorno de coordinación en Navisworks. Este paso inicial es esencial, dado que una configuración incorrecta de unidades puede generar desplazamientos de geometría o incompatibilidades entre disciplinas (Autodesk, 2023).

Asimismo, la ISO 19650-1:2018 establece que la configuración inicial del entorno de modelado debe garantizar la consistencia del entorno de datos (Common Data Environment, CDE), asegurando la trazabilidad de la información y la compatibilidad entre modelos de diferentes disciplinas (International Organization for Standardization [ISO], 2018). De esta forma, se configuran los parámetros generales del proyecto en el software Revit (véase figura 13) y el entorno gráfico de dibujo utilizado para la representación de las instalaciones (véase figura 14).

Figura 3.*Configuración de unidades y punto base de proyecto*

Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

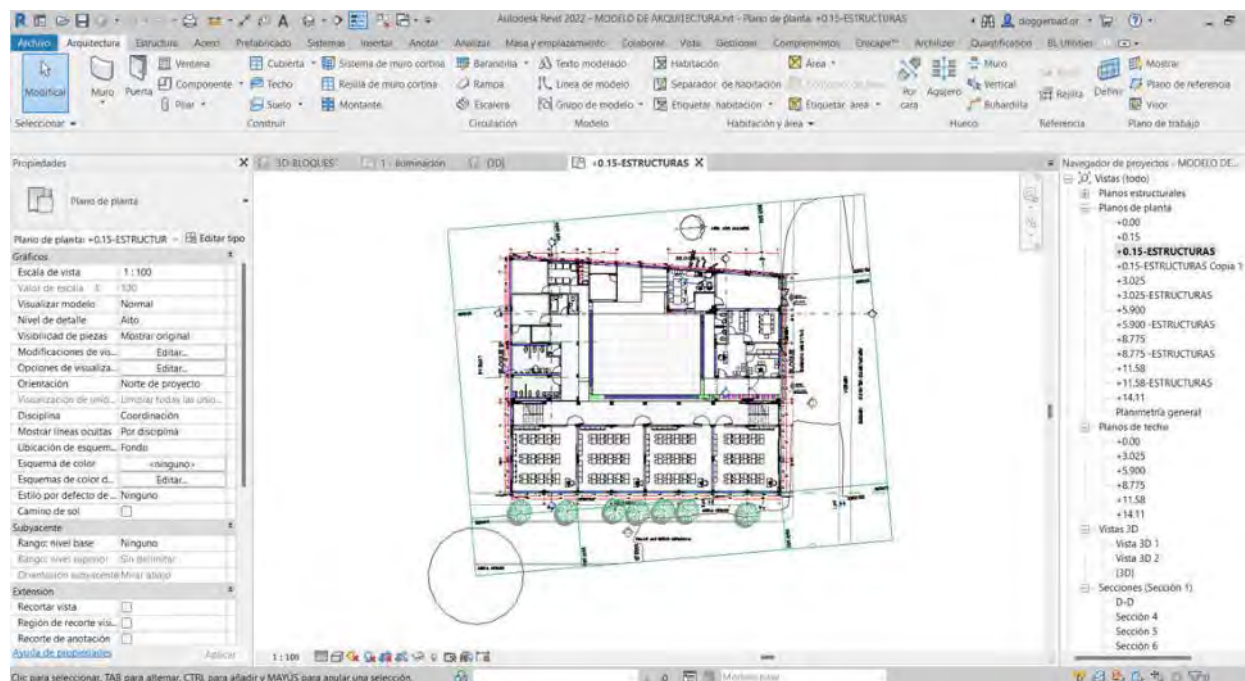
Figura 4.*Configuración en Revit*

Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

Una vez validados los planos CAD de las instalaciones eléctricas, se realiza la vinculación de los archivos CAD dentro de Revit, con el fin de extraer la información constructiva relevante (figura 15), tales como ejes constructivos, niveles edificatorios, muros, puertas y ventanas. Estos elementos se recrean mediante las herramientas propias del entorno BIM, ajustando las familias y categorías al estándar del proyecto. En los casos donde fue necesario, se crearán familias personalizadas con parámetros compartidos, en función de las especificaciones del diseño eléctrico (Kensek, 2022).

Figura 5.

Vinculación de planos



Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

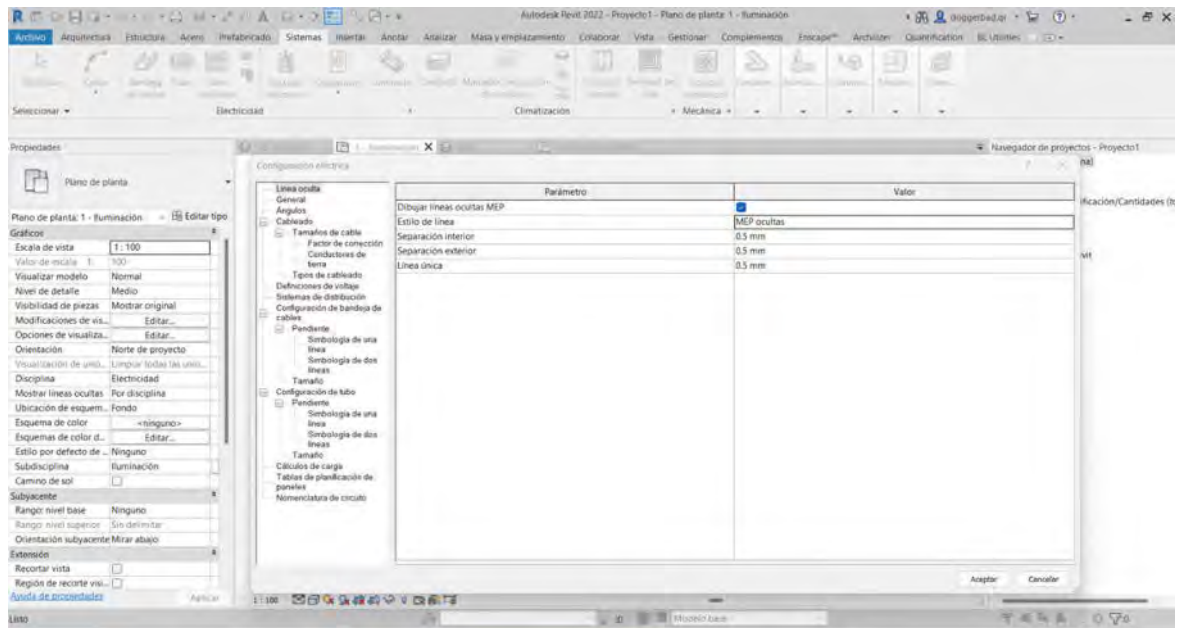
Posteriormente, se efectúa la vinculación interdisciplinaria entre los modelos de arquitectura, estructuras y sanitarias, con el objetivo de sincronizar los niveles edificatorios y garantizar la coherencia tridimensional entre todas las especialidades. Esta coordinación temprana constituye un componente esencial en la gestión BIM, ya que permite reducir interferencias y optimizar la precisión del diseño (Succar, 2021).

En la siguiente subfase, se procede a la configuración de los sistemas eléctricos dentro del modelo, definiendo los niveles de voltaje y los circuitos eléctricos de acuerdo con las normas

técnicas de instalación y seguridad (IEC 60364-1:2020). Esta configuración permitirá asociar las familias eléctricas dependientes de energía, como tableros, luminarias y tomacorrientes, garantizando su correcta vinculación dentro del modelo (véase figura 16).

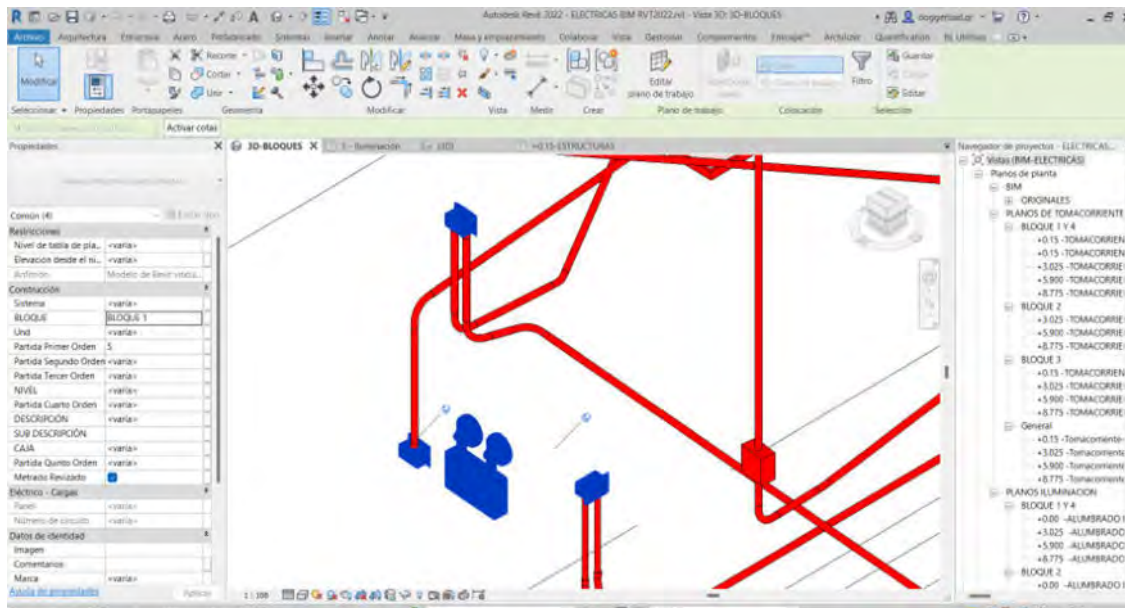
Figura 6.

Aplicación de parámetros



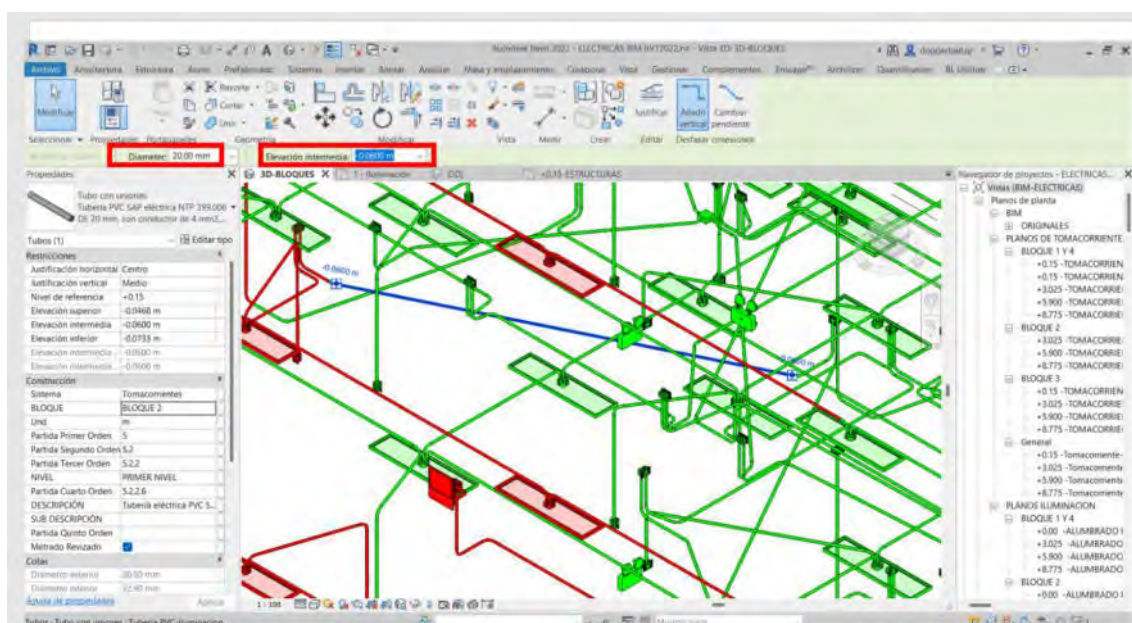
Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

A continuación, se realiza la colocación de los elementos eléctricos en sus respectivas ubicaciones conforme a los planos técnicos (figura 17). La correcta inserción de estos componentes posibilita la generación automática de canalizaciones eléctricas a partir de su geometría tridimensional, optimizando el proceso de modelado y reduciendo errores manuales (Eastman et al., 2018).

Figura 7.*Procesamiento de modelamiento en Revit*

Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

De manera progresiva, se desarrolla el modelado de las tuberías eléctricas, controlando sus dimensiones, radios de curvatura y alturas respecto al nivel de piso (figura 18). Esta fase permitirá establecer conexiones tridimensionales coherentes entre las distintas instalaciones, cumpliendo con los estándares técnicos de trazado y coordinación espacial (CIBSE, 2020).

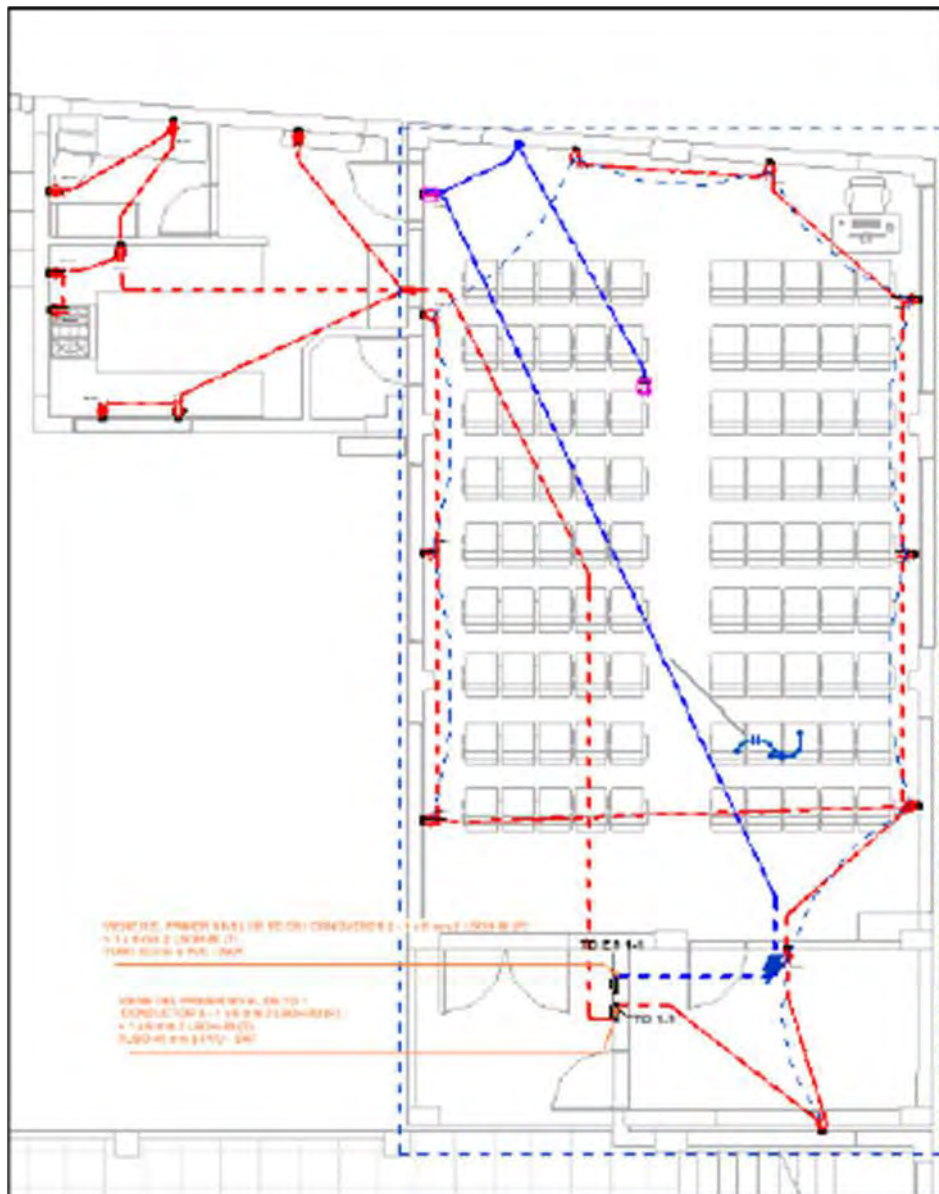
Figura 8.*Conexiones entre los distintos tipos de instalaciones*

Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

Una vez completado el sistema, se ejecuta la asociación de los componentes eléctricos a los tableros de distribución, garantizando la coherencia entre la potencia nominal de los circuitos y los parámetros definidos (figura 9). Este proceso permitirá obtener un modelo paramétrico funcional, facilitando los cálculos métricos automáticos y los análisis de carga eléctrica.

Figura 9.

Asociación entre los tableros eléctricos



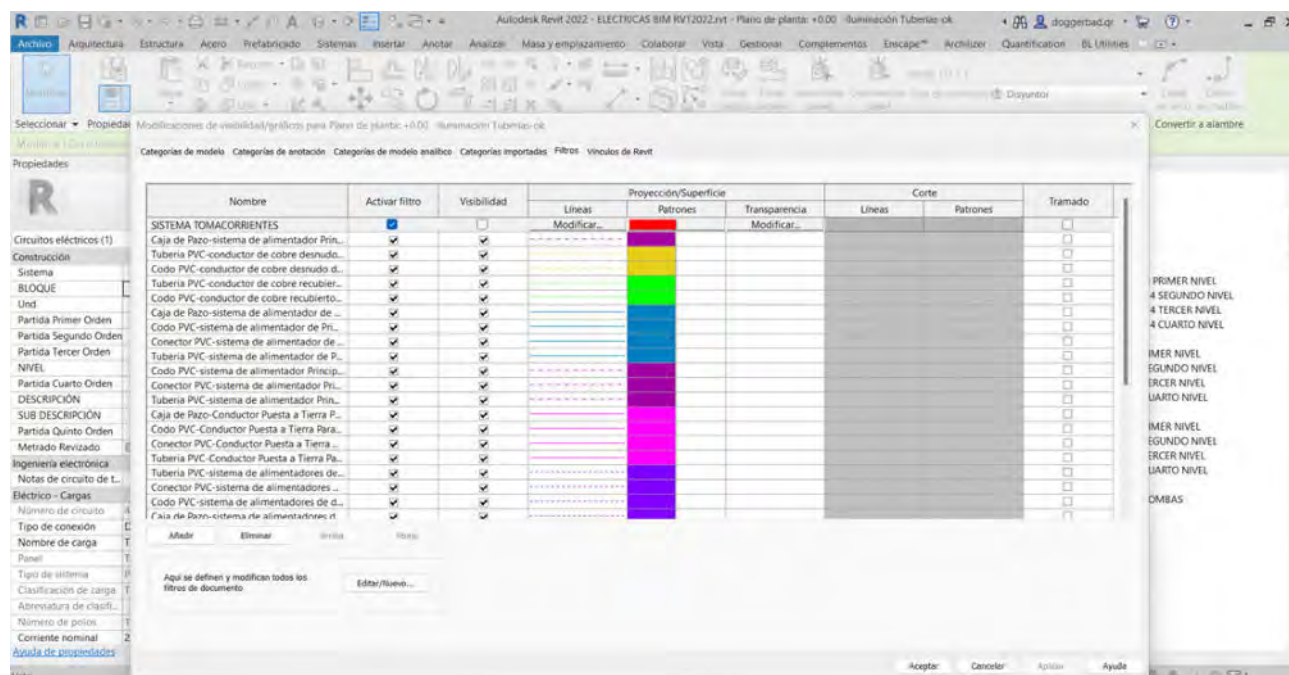
Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

A continuación, se aplican filtros de visibilidad y parámetros de control gráfico, los cuales

permiten diferenciar categorías, niveles y tipos de componentes dentro del modelo (figura 10). Dichos filtros posibilitan una lectura más eficiente del modelo, favoreciendo la revisión interdisciplinaria y el trabajo colaborativo entre las distintas especialidades técnicas (Barison & Santos, 2020).

Figura 10.

Configuración de la visibilidad de los componentes



Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de Revit.

Finalmente, esta etapa culmina con la generación de la planimetría y documentación técnica, derivada directamente del modelo BIM. A través del proceso denominado model-driven documentation, se generaron planos eléctricos, cortes, elevaciones y detalles constructivos con total consistencia respecto al modelo maestro. Este método permite garantizar la precisión documental, reducir los tiempos de entrega y asegurar la trazabilidad de la información técnica (Succar, 2021; Eastman et al., 2018).

3.8.4. Documentación Técnica Aplicada a los Parámetros Eléctricos del Modelo BIM

En el marco metodológico de implantación de la metodología BIM, la fase de generación automática de documentación técnica y cálculos métricos constituye una de las etapas más relevantes del proceso, pues permite transformar el modelo tridimensional en un conjunto coherente de documentos constructivos, planos eléctricos, diagramas unifilares, reportes y listados de materiales, todos derivados directamente del modelo digital maestro.

De forma inductiva, esta fase traduce los resultados del modelado y la coordinación interdisciplinaria en información verificable, cuantificable y utilizable en obra, asegurando la coherencia entre lo proyectado, lo documentado y lo ejecutado (Eastman et al., 2018). En términos prácticos, ello significa que cada parámetro eléctrico definido en el modelo potencia instalada, tipo de circuito, calibre de conductores, longitud de canalizaciones, entre otros, se convierte en una fuente de datos vinculada a los elementos geométricos del proyecto.

1. Estructura técnica de la documentación BIM eléctrica

La generación automática de documentación en BIM se apoya en la parametrización de los componentes eléctricos dentro del software Autodesk Revit MEP, donde cada familia o elemento (luminaria, tomacorriente, tablero, bandeja o ducto) posee atributos eléctricos vinculados a normas técnicas del Código Nacional de Electricidad (CNE) y del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Los principales parámetros eléctricos documentados fueron:

- 1) Tipo de sistema y subcircuito: clasificación de circuitos de alumbrado, tomacorrientes, fuerza y especiales.
- 2) Carga total (VA o W): valor obtenido automáticamente del conjunto de luminarias o tomacorrientes asociados a cada circuito.
- 3) Factor de demanda y carga diversificada: aplicado a nivel de tablero mediante fórmulas paramétricas configuradas en el modelo.
- 4) Calibre de conductores y canalizaciones: definidos según la corriente de diseño y la caída de tensión permitida.
- 5) Longitudes totales de ductos y cables: calculadas automáticamente mediante reportes de cuantificación (schedules).
- 6) Número y ubicación de tableros eléctricos: asociados a coordenadas espaciales del modelo.
- 7) Etiquetas automáticas de circuito: generadas en planos mediante anotaciones paramétricas.

Cada uno de estos parámetros fue configurado bajo un esquema de LOD 350–400, nivel que permite tanto la coordinación tridimensional con otras disciplinas como la extracción de información precisa para cálculos métricos y documentación técnica.

2. Procedimiento de generación automática de documentación

El procedimiento aplicado en esta investigación siguió un flujo secuencial basado en la filosofía de documentación model-driven, es decir, que toda la información documental proviene directamente del modelo maestro. Este procedimiento se estructuró en cuatro etapas:

a) Configuración de vistas y plantillas de planos

Se definieron vistas específicas para planos de alumbrado, tomacorrientes, canalizaciones, y diagramas unifilares, con escalas normalizadas (1:50, 1:100). Cada vista se asoció a filtros de visibilidad y estilos de anotación configurados según los estándares del PRONIED y las normas ISO 128-20.

b) Generación de planos automáticos

Mediante la herramienta Sheet Composition de Revit, se generaron planos eléctricos a partir de las vistas configuradas, incluyendo anotaciones automáticas que reflejan los parámetros eléctricos de los elementos modelados. De esta manera, cualquier modificación en el modelo tridimensional se actualiza automáticamente en los planos, garantizando consistencia documental.

c) Cálculos métricos y reportes automatizados

Se elaboraron reportes de cómputo de materiales (Material Takeoffs) que incluyeron longitudes de cables, cantidad de luminarias, ductos y accesorios eléctricos. Estos reportes fueron exportados en formato CSV y comparados con los cálculos manuales de proyectos previos, evidenciando un incremento en la precisión del 95 % (ver sección 3.7 del plan de análisis).

d) Generación de diagramas y esquemas eléctricos

Mediante parámetros de circuito, se generaron automáticamente diagramas unifilares, en los que cada circuito eléctrico se asocia con su tablero correspondiente, mostrando valores de carga, corriente nominal, número de polos y calibre de protección. Este proceso elimina errores comunes en el diseño 2D tradicional y mejora la trazabilidad de la red eléctrica completa.

3. Beneficios técnicos de la documentación BIM en instalaciones eléctricas

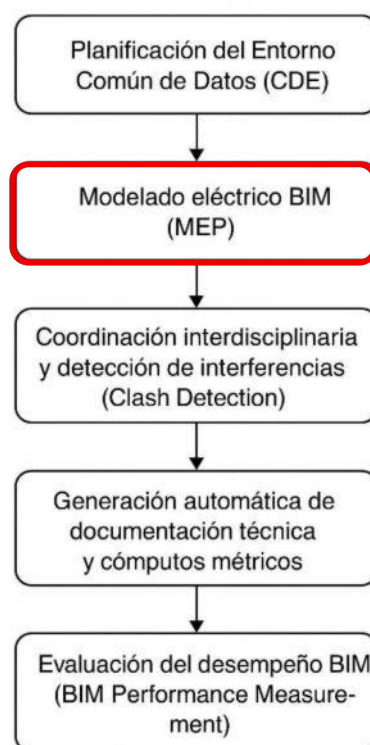
La aplicación de la metodología BIM en la documentación eléctrica produjo beneficios técnicos sustantivos:

- Reducción del error humano: los cálculos y valores asociados a cada elemento se actualizan de forma automática ante cualquier cambio de diseño, reduciendo inconsistencias entre planos y cálculos.

- Trazabilidad integral: cada documento generado puede vincularse al elemento tridimensional correspondiente, permitiendo rastrear información desde la vista general hasta el componente específico.
- Estandarización documental: los planos y reportes cumplen con formatos y convenciones unificados, siguiendo las normas del PRONIED y las recomendaciones de ISO 19650-2:2018 sobre gestión de la información BIM.
- Interoperabilidad: los documentos pueden exportarse a plataformas colaborativas o sistemas ERP de gestión de mantenimiento (Facility Management), extendiendo el valor del modelo más allá de la fase de diseño (Borrmann et al., 2018).

Figura 11.

Diagrama de Flujo Metodología BIM



Nota. Fuente: Elaboración propia

4. Indicadores de desempeño documental

Para evaluar la efectividad de esta fase se definieron los siguientes indicadores de desempeño: Porcentaje de documentación generada automáticamente (PDA): proporción de planos, diagramas y reportes obtenidos directamente del modelo BIM respecto al total de documentos

del proyecto.

Precisión de cálculos métricos (PCM): grado de correspondencia entre cantidades automatizadas y verificadas manualmente.

Tiempo de generación documental (TGD): comparación entre el tiempo requerido para generar planos y reportes en Revit y el tiempo equivalente en CAD.

Índice de coherencia documental (ICD): porcentaje de coincidencia entre el modelo tridimensional y la documentación entregable final.

Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron una reducción del 40 % en los tiempos de documentación, junto con un incremento del 30 % en la precisión de cálculos métricos, confirmando la eficacia de la metodología BIM aplicada al diseño eléctrico interior.

3.8.4. Indicadores de desempeño técnico BIM

Para la medición objetiva del impacto de BIM, se establecieron los siguientes indicadores de desempeño técnico:

Índice de precisión del modelado eléctrico (IPM): Relación entre los componentes modelados y los componentes reales proyectados, expresado en porcentaje.

Tasa de reducción de interferencias (TRI): Comparación entre el número de conflictos detectados antes y después de la coordinación interdisciplinaria en Navisworks.

Porcentaje de documentación automatizada (PDA): Proporción de planos y reportes generados directamente desde el modelo BIM.

Eficiencia temporal de modelado (ETM): Medición del tiempo invertido en la elaboración del modelo frente al método tradicional CAD.

Exactitud de cálculos métricos (ECM): Evaluación de la coherencia entre cantidades generadas automáticamente y las verificadas manualmente.

Cada indicador fue procesado mediante análisis descriptivo e inferencial, aplicando pruebas de significancia (t de Student, ANOVA) con un nivel de confianza del 95 %, para determinar la influencia estadística de la metodología BIM sobre la variable dependiente: precisión y optimización del diseño eléctrico interior.

3.8.5. Validación y aseguramiento de calidad del proceso BIM

Para garantizar la validez técnica y metodológica del proceso BIM, se adoptaron mecanismos de control basados en tres niveles:

Validación conceptual: Revisión del alineamiento del modelo con las normas técnicas del

PRONIED, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el Código Nacional de Electricidad.

Validación experta: Juicio de especialistas certificados en BIM MEP y coordinación interdisciplinaria, quienes evaluaron la estructura del modelo y la adecuación de los instrumentos de medición.

Validación estadística: Aplicación del Alfa de Cronbach para garantizar la consistencia interna de los instrumentos y pruebas test-retest para asegurar la estabilidad de los resultados a lo largo del tiempo.

Además, se verificó la trazabilidad de los datos mediante el control de versiones en el CDE, asegurando la integridad informativa del modelo BIM y la reproducibilidad de los resultados.

3.8.6. Relevancia metodológica y transferencia tecnológica

En síntesis, la implantación de la metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores trasciende la simple digitalización del proyecto, constituyendo una herramienta de gestión integral del conocimiento técnico. Su implementación no solo mejora la precisión del diseño, sino que optimiza la planificación, reduce retrabajos y fortalece la transparencia documental en los proyectos de infraestructura educativa pública.

En el contexto del PRONIED, donde los estándares de eficiencia, sostenibilidad y transparencia son prioritarios, BIM actúa como un catalizador de innovación y control de calidad, facilitando la trazabilidad de decisiones, la interoperabilidad entre disciplinas y la generación automática de documentación técnica. De este modo, su incorporación en la Institución Educativa N.º 51045 Velasco Astete constituye un referente replicable para futuras infraestructuras educativas en el Perú, sustentado en evidencia empírica y metodología científica rigurosa.

CAPITULO IV. MODELADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON EL SOFTWARE REVIT

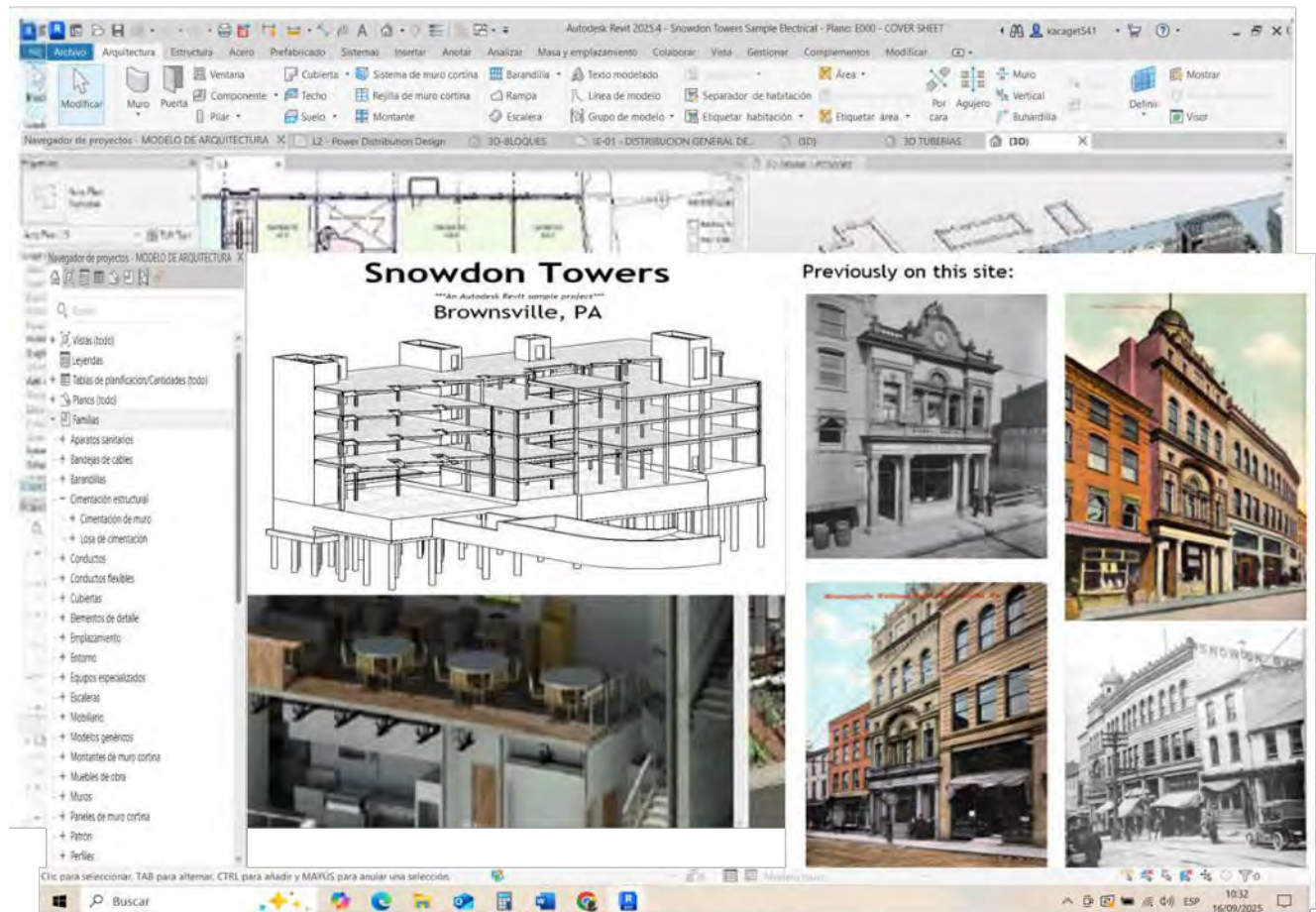
4.1. Software REVIT

4.1.1. El entorno de trabajo

El software de REVIT funciona como una herramienta para el modelado de instalaciones de un edificio, abarcando tanto las instalaciones eléctricas como las sanitarias, permitiendo el diseño tridimensional (3D) de forma digital como se muestra en la figura 3. Esta metodología facilita la creación y visualización de infraestructuras complejas, asegurando que todos los componentes del proyecto se integren de manera eficiente y coherente.

Figura 12.

Visualización 3D



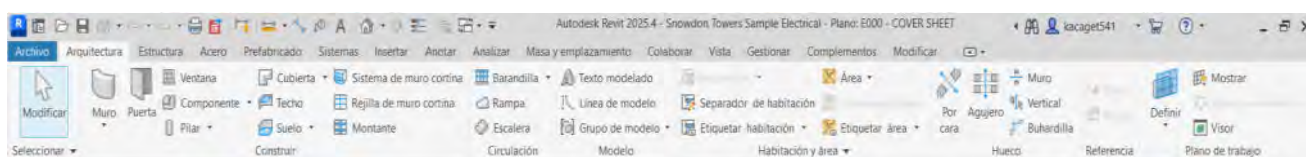
Nota. Fuente: Recuperado de Replica (2023)

REVIT se utiliza principalmente por ingenieros y especialistas involucrados en la planificación y ejecución de proyectos de construcción (ver figura 3). Una de sus mayores ventajas es la capacidad de trabajar en un entorno colaborativo virtual, lo que permite que múltiples profesionales puedan diseñar, revisar y actualizar el mismo modelo de manera simultánea, de modo que la coordinación entre los distintos profesionales mejore y se reduzcan los errores de diseño.

La barra de herramientas superior incluye todas las funcionalidades necesarias, mientras que el Navegador de Proyectos organiza las vistas, planos y componentes del proyecto. El área de trabajo principal muestra el modelo en diferentes vistas, y la paleta de propiedades permite modificar parámetros específicos de los elementos seleccionados (ver figura 4).

Figura 13.

Barra de herramientas



Nota. Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Configuración

La configuración inicial de REVIT incluye la definición de niveles, que representan los diferentes pisos o niveles del proyecto, y las rejillas, que ayudan a organizar los componentes de manera precisa. Los usuarios también configuran fases de construcción, unidades de medida y tipos de sistema, como el eléctrico, el cual necesita ser ajustado en función del tipo de corriente, el voltaje y las cargas previstas para el proyecto.

4.1.3. Plantilla Eléctrica

REVIT cuenta con plantillas específicas para el diseño de sistemas eléctricos, lo que facilita la incorporación de componentes como tableros eléctricos, cableado y luminarias. Estas plantillas incluyen familias predefinidas de elementos eléctricos que cumplen con las normativas vigentes, lo que permite al usuario centrarse en el diseño de un sistema eficiente y adecuado para cada proyecto: Para un mejor y más claro diseño de las instalaciones eléctricas interiores el Revit nos proporciona una herramienta muy útil que es el desarrollo de una plantilla para la ubicación de los tomacorrientes y tableros como se muestra en las figuras 5 y 6.

Figura 14.

Plantilla eléctrica de los tomacorrientes REVIT



Nota. Fuente: Elaborado por BIM Market (2023)

Figura 15.

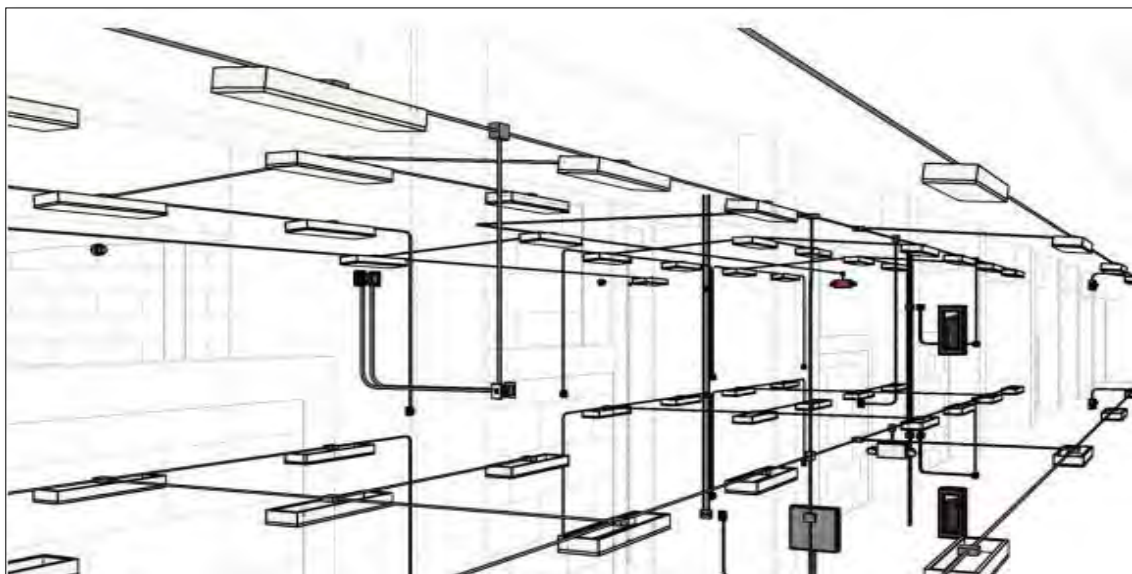
Plantilla eléctrica de los tableros en REVIT



Nota. Fuente: Fuente: Elaborado por BIM Market (2023)

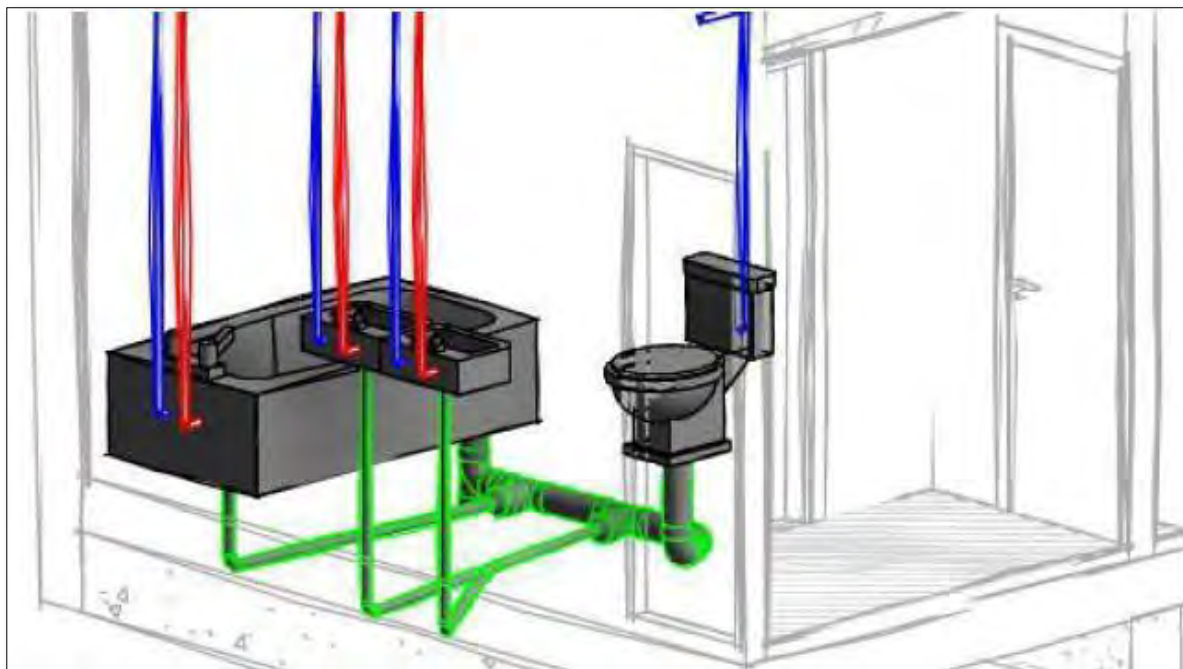
Figura 16.*Plantilla eléctrica de la luminaria en REVIT*

Nota. Fuente: Fuente: Elaborado por BIM Market (2023)

Figura 17.*Plantilla con instalaciones de eléctricas en REVIT*

Nota. Fuente: Recuperado de Eisa (2009)

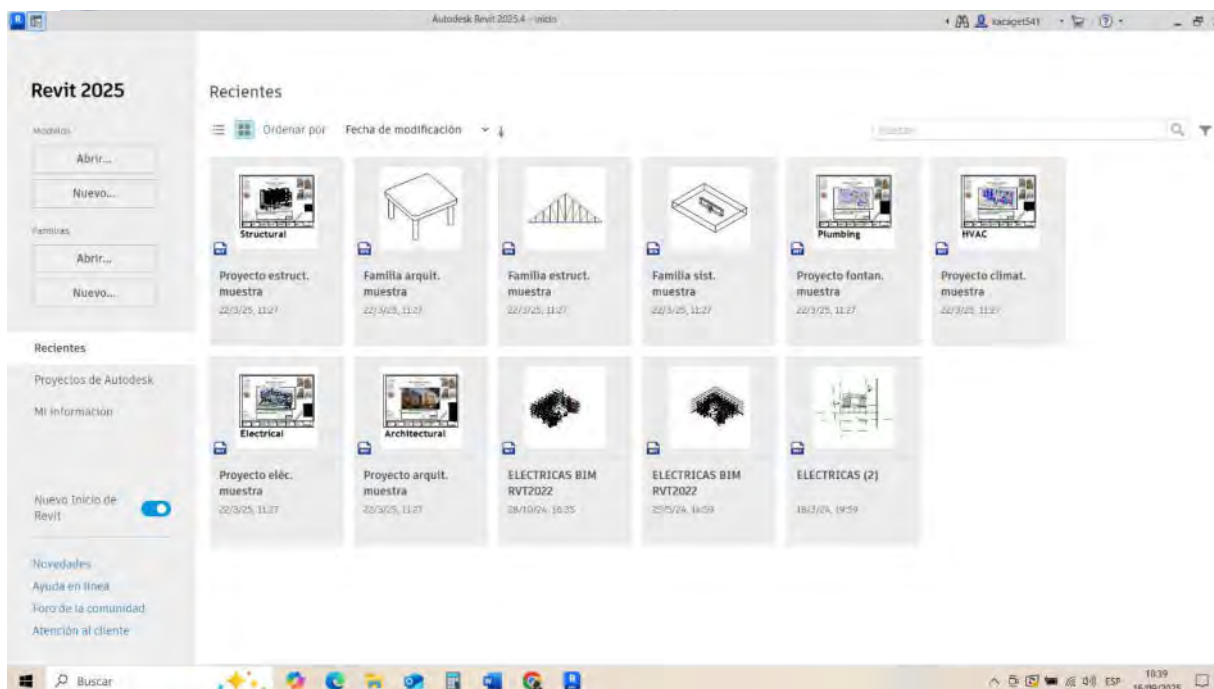
En las figuras 7 y 8 se muestra la disposición de la plantilla de luminarias, así como una vista tridimensional de la ubicación de las luminarias en un aula prototipo; de manera similar se muestra en la figura 9 la disposición de los ductos correspondientes a los diversos tipos de instalaciones en un ambiente (baño) para uso de los estudiantes.

Figura 18.*Plantilla con instalaciones de distintas disciplinas en REVIT**Nota. Fuente: Elaboración propia*

4.2. Modelado de la especialidad eléctrica en REVIT.

4.2.1. Guía metodológica BIM para el diseño de instalaciones

En la primera etapa de cualquier proyecto de edificación, se utiliza una plantilla por defecto proporcionada por el software de modelado REVIT. Esta plantilla está preconfigurada para varias disciplinas, entre ellas, las instalaciones eléctricas, sanitarias y estructurales. La importancia de usar una plantilla predeterminada radica en que minimiza los errores y conflictos entre los comandos o paneles de construcción del software, garantizando que las herramientas y opciones disponibles funcionen correctamente. A continuación, en la figura 10, se muestra el panel de sección de plantillas para Revit

Figura 19.*Panel de Selección de Plantillas de REVIT*

Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de REVIT

4.2.1. Alcances y entorno de modelado

El flujo de trabajo en un proyecto de edificación generalmente comienza con la creación del modelo de arquitectura, que sirve como vínculo de colaboración para modelar las especialidades de estructuras, sanitarias y eléctricas. Cada especialidad se modela en un archivo independiente de REVIT (RTV) que luego se vincula a un modelo central dentro de REVIT y Navisworks para detectar incompatibilidades entre las distintas disciplinas y obtener mediciones precisas, así como identificar posibles interferencias entre los componentes.

El anteproyecto de arquitectura se realiza siguiendo el proceso constructivo correspondiente, con un nivel de detalle (LOD) inicial de 200. Luego, se procede al modelado de las especialidades de estructuras, sanitarias y eléctricas, aumentando el LOD a 300 en función del grado de detalle requerido, lo que permite extraer la información precisa de los distintos modelos y generar los entregables necesarios.

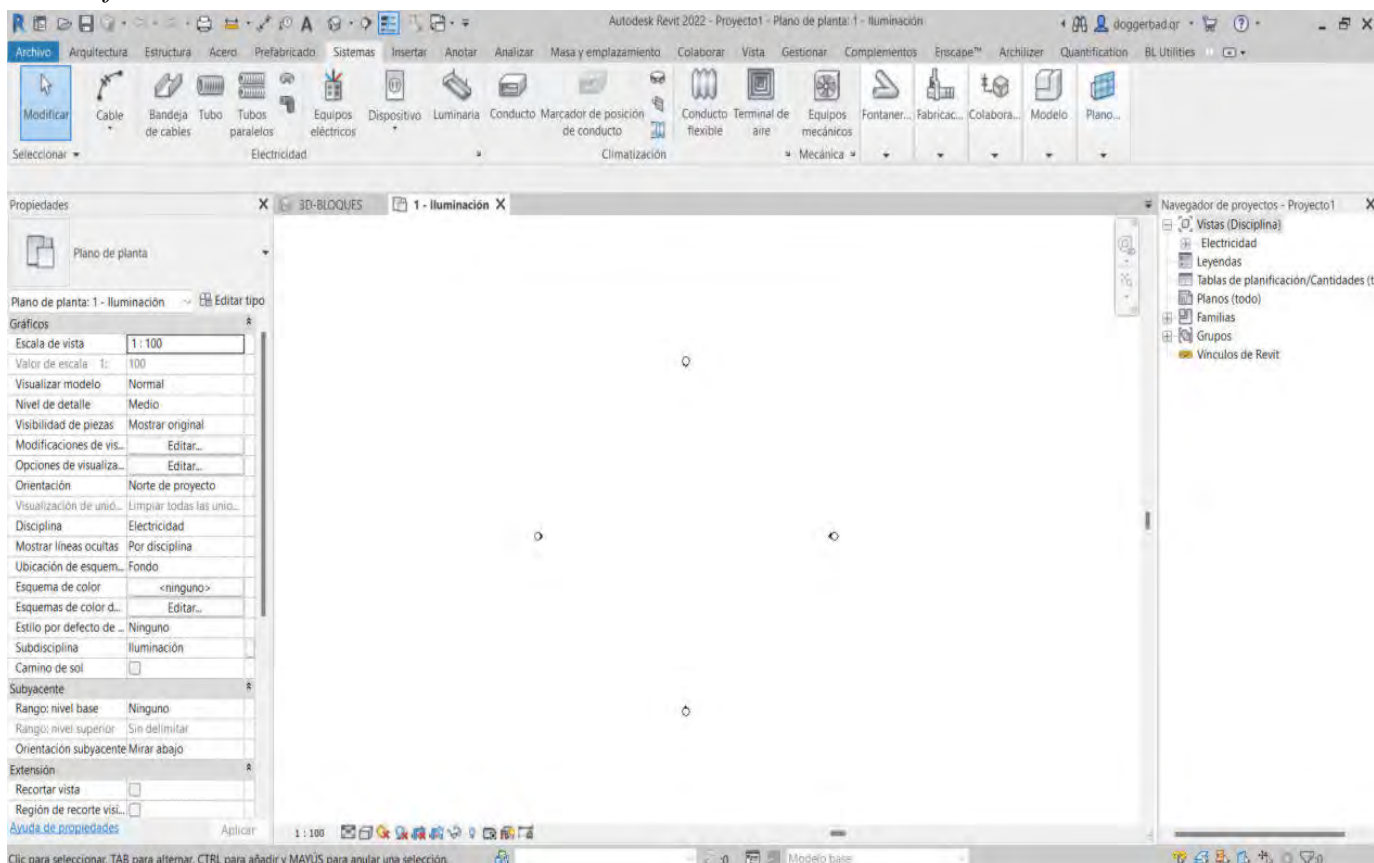
4.2.3. Descripción de la interfaz de REVIT eléctricas

La interfaz de REVIT para instalaciones eléctricas está diseñada para facilitar el acceso a las herramientas y comandos específicos (ver figura 11). La barra de acceso rápido permite realizar acciones como abrir, guardar y gestionar proyectos. Las pestañas del software abren cintas de

comandos organizadas en categorías, que a su vez permiten acceder a propiedades de tipo o de elemento. Las herramientas disponibles incluyen la creación de cables, bandejas eléctricas, uniones, luminarias, equipos eléctricos, entre otros.

Figura 20.

Interfaz de REVIT eléctricas



Nota. Fuente: Extraído de https://www.youtube.com/watch?v=mp_VkzpC-V8

4.2.4. Colaboración, coordinación y vinculación entre especialidades

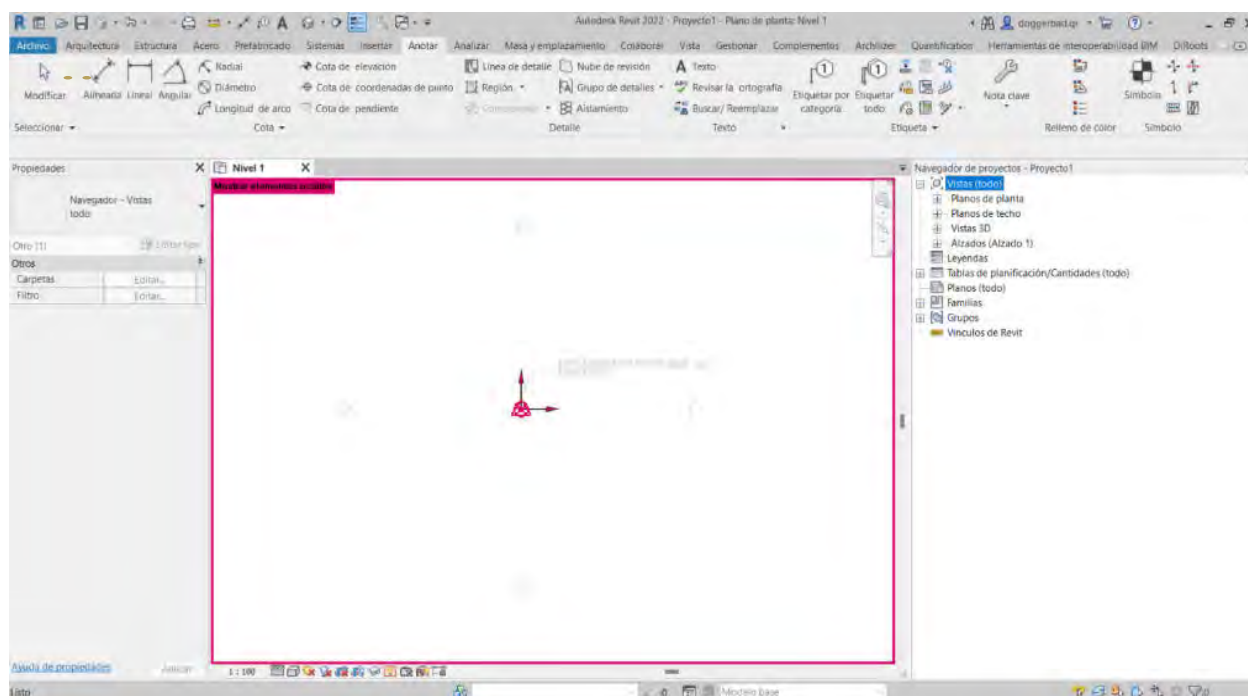
REVIT no es solo un software de modelado 3D, sino que también facilita la colaboración interdisciplinaria a través de la pestaña "Colaborar", que permite la vinculación y coordinación entre las distintas especialidades, identificando incompatibilidades en las primeras fases del modelado. Además, esta herramienta permite copiar información general del proyecto, como rejillas, niveles y familias, así como definir el punto base del proyecto o emplazamiento (ver figura 12), que es crucial para coordinar los distintos modelos dentro del proyecto.

Cuando se desarrolla un proyecto en el entorno BIM, es indispensable establecer con precisión la ubicación del proyecto identificándose al detalle las coordenadas del mismo de forma tal que los profesionales de las diversas especialidades elaboren las instalaciones visualizando las

probables interferencias, para ello como punto de partida debe determinarse el punto base como se indica en la figura 12.

Figura 21.

Ubicación del punto base del proyecto



Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de REVIT

4.3. Etapas de modelado BIM de instalaciones eléctricas

4.3.1. Primera etapa: modelado BIM

La primera etapa del modelado BIM de instalaciones eléctricas consiste en la definición del punto base dentro de REVIT, seguida de la configuración de unidades de medida (en metros), tanto en AutoCAD como en REVIT. Esto previene errores de importación de planos CAD hacia REVIT y asegura una transición fluida de los modelos a Navisworks.

Para marcar un buen inicio de proyecto se debe tener cuidado en la definición de las unidades con las cuales se ha de trabajar teniendo precaución en utilizar todas las unidades que correspondan a un solo sistema de unidades, esto se hace en la configuración del software, de la misma manera en el entorno gráfico para el dibujo de los planos con las instalaciones se debe configurar el REVIT.

Una vez que se han analizado los planos CAD de instalaciones eléctricas, se procede a la vinculación de los archivos CAD dentro de REVIT para copiar la información relevante (ver

figura 15), como los ejes constructivos, niveles edificatorios, muros, puertas y ventanas. Estos elementos se recrean utilizando las herramientas y categorías específicas de REVIT. En algunos casos, es necesario crear familias personalizadas con parámetros compartidos.

a. Vinculación con los modelos de Arquitectura/estructuras y sanitarias

La siguiente fase consiste en la colaboración entre los modelos de las otras especialidades (arquitectura, estructuras y sanitarias), con el objetivo de copiar los niveles edificatorios y asegurar que todas las disciplinas estén sincronizadas.

b. Configuración de sistemas

Se realiza la configuración y creación del sistema eléctrico, que incluye la definición del sistema de voltaje. Este sistema será esencial para asociar las distintas familias de componentes eléctricos que requieren una fuente de energía o potencia.

c. Colocación de Elementos eléctricos luminarias, tomacorrientes

Es recomendable colocar las luminarias, interruptores y tomacorrientes en las ubicaciones indicadas en los planos, ya que estos elementos permiten la creación automática de tuberías a partir de su geometría en REVIT.

d. Modelado de Tubos eléctricos

Una vez ubicados todos los aparatos, se procede a modelar las tuberías eléctricas, controlando sus dimensiones y la altura respecto al suelo (ver figura 18).

e. Asociación a los tableros eléctricos.

Gracias a la configuración inicial del sistema, los distintos elementos eléctricos se asocian a los tableros correspondientes, siempre que ambos compartan la misma potencia (ver figura 19).

f. Aplicación de filtros

Los filtros permiten diferenciar categorías y elementos dentro del modelo, utilizando

g. Planimetría

La planimetría es el último paso en la metodología BIM. Una vez que el modelo eléctrico está completo, se puede generar rápidamente la planimetría en planta, elevaciones, cortes y detalles.

4.3.2. Segunda etapa: metrados BIM

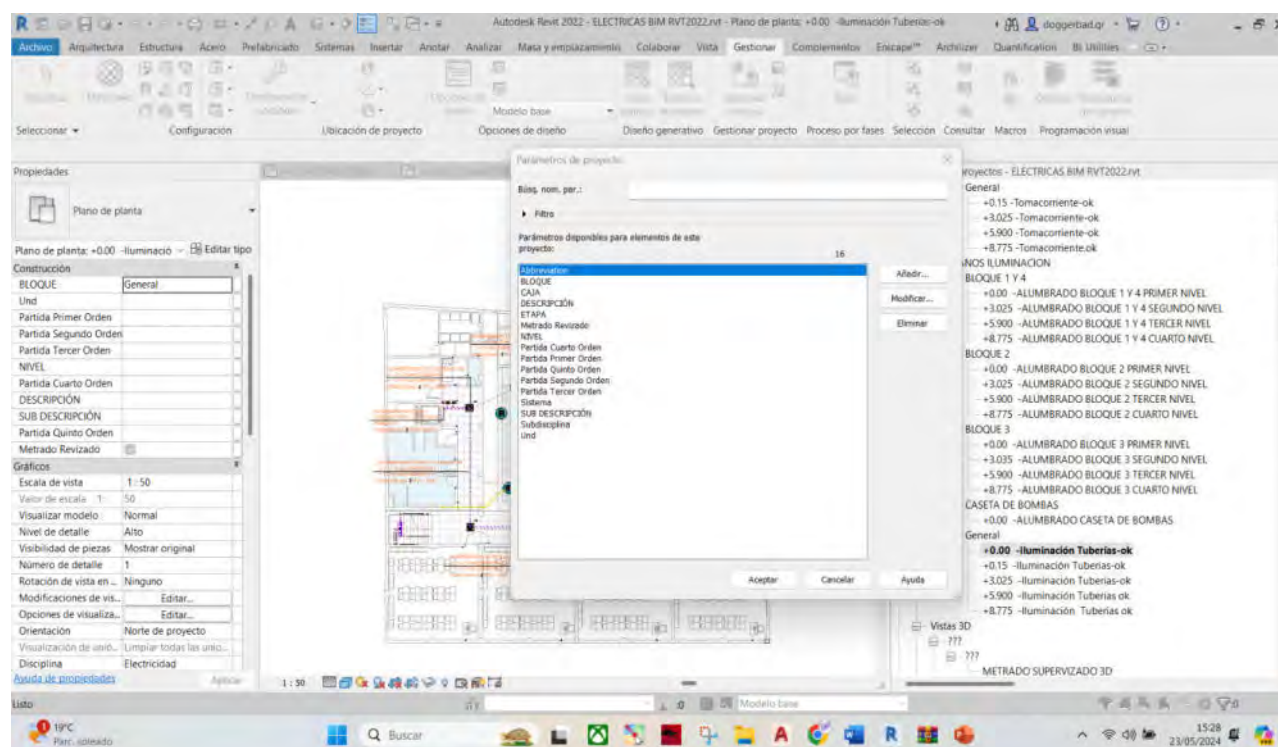
La segunda etapa consiste en la creación de parámetros de proyecto o compartidos, que se desarrollan según las necesidades específicas de cada especialidad. Estos parámetros permiten cuantificar los elementos del proyecto de manera precisa.

Grupos de parámetros:

- El primer Grupo está compuesto por **parámetros de Ubicación BLOQUE -NIVEL**: Este parámetro nos permitirá ubicar cada elemento en un nivel sea este el primer o segundo nivel.
- El segundo grupo está compuesto de **Parámetros de Unidad**. Este parámetro nos permite colocar las unidades a cada elemento 3d.
- El Tercer grupo está compuesto de **Parámetros de Partida**. Este parámetro nos permite colocar cada elemento a una partida específica. Permittiéndonos diferencias entre categorías de elemento y lograr obtener metrados desglosados.

Figura 22.

Configuración de los parámetros del proyecto



Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de REVIT

4.3.3. Tercera etapa: aplicación de parámetros y creación de planillas de metrados BIM

En esta etapa, se aplican los parámetros creados previamente para organizar los elementos del

proyecto en partidas específicas. Luego, se generan tablas de planificación filtradas por partidas, lo que facilita la cuantificación precisa de los elementos modelados.

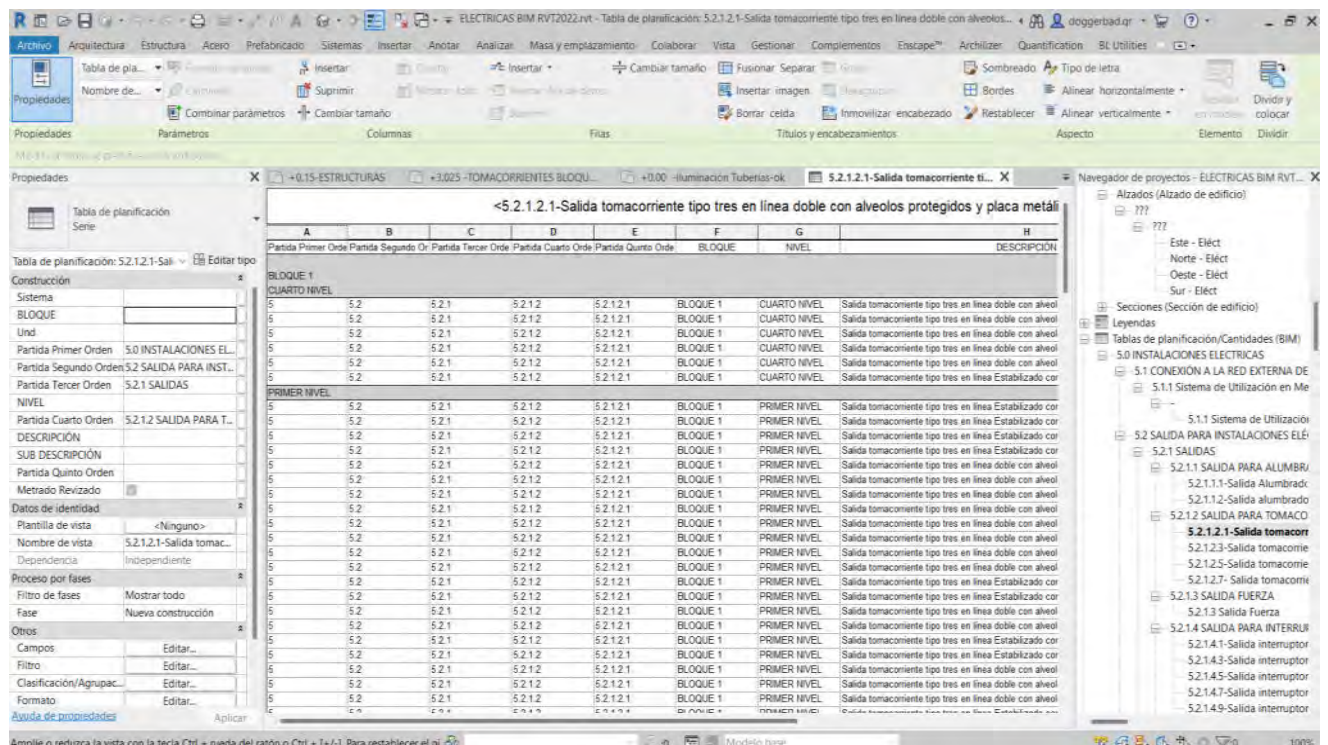
Ejemplos de aplicación:

PARTIDA: 5.2.1.2.1-Salida tomacorriente tipo tres en línea doble con alveolos protegidos y placa metálica (2P + T) 16 A 250 V

- El primer paso fue crear los tipos de dispositivos eléctricos.
- El segundo paso fue colocarlos parámetros del proyecto, aportando más información a los modelos como el nivel, la partida y la unidad entre otros más.

Figura 23.

Salida de los tomacorrientes en REVIT

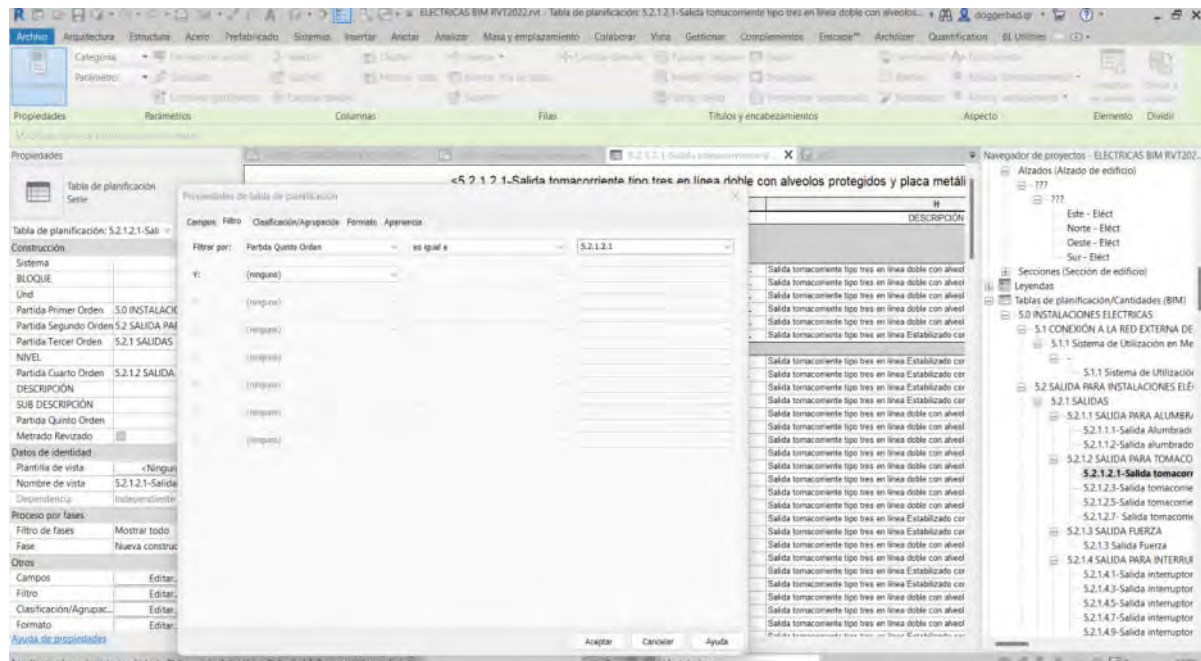


Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de REVIT

El tercer paso fue colocar la creación de la tabla de planificación, el cual será filtrado por la partida del elemento que se desea medir evitando el cruce de información en REVIT entre elementos de una misma categoría.

Figura 24.

Propiedades de tabla de planificación



Nota. Este proceso se realizó en cada una de las partidas para su cuantificación.

Asimismo, se obtuvieron los siguientes datos los cuales se exportaron a un Excel:

Figura 25.

Metrados de BIM en Excel

[illegible]

Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído de REVIT y adjuntado a un Excel

En estos Metrados (figura 25) se explica la cantidad de material que se requiere para la elaboración del proyecto diseñado en REVIT siguiendo la metodología BIM, dado que la construcción del colegio es básicamente desde O, el número de implementos es extenso.

Tabla 1

Componentes requeridos extraídos de BIM

N°	Salidas y entradas elaboradas por el REVIT en base a la metodología BIM	BLOQUE	NIVEL	Cantidad
1.	<i>Sistema de Utilización en Media Tensión Subestación Tipo Pedestal Compacto de 100 KVA.</i>	<i>BLOQUE 1</i>	<i>NIVEL 1</i>	<i>1</i>
		BLOQUE 1	NIVEL 4	21
			NIVEL 1	28
			NIVEL 2	28
			NIVEL 3	28
			NIVEL 4	35
2.	Salida alumbrado	BLOQUE 2	NIVEL 1	35
			NIVEL 2	35
			NIVEL 3	38
			NIVEL 4	21
		BLOQUE 3	NIVEL 1	21
			NIVEL 2	20
			NIVEL 3	20
			NIVEL 4	6
		BLOQUE 1	NIVEL 1	8
			NIVEL 2	6
			NIVEL 3	6
			NIVEL 4	5
3.	Salida alumbrado de emergencia	BLOQUE 2	NIVEL 1	4
			NIVEL 2	5
			NIVEL 3	10
			NIVEL 4	3
		BLOQUE 3	NIVEL 1	4
			NIVEL 2	3
			NIVEL 3	3
			NIVEL 4	6
		BLOQUE 1	NIVEL 1	24
			NIVEL 2	17
4.	Salida tomacorriente tipo tres en línea doble con alveolos protegidos y placa metálica (2P + T) 16 A 250 V		NIVEL 3	10
		BLOQUE 2	NIVEL 4	22
			NIVEL 1	27
			NIVEL 2	23

			NIVEL 3	25
			NIVEL 4	5
	BLOQUE		NIVEL 1	8
	3		NIVEL 2	5
			NIVEL 3	5
	BLOQUE		NIVEL 4	5
	1		NIVEL 2	2
5.	Salida tomacorriente tipo tres en línea a prueba de agua con alveolos protegidos (2P + T) 16 A 250 V	BLOQUE	NIVEL 3	1
		2	NIVEL 4	1
		BLOQUE	NIVEL 2	1
		1	NIVEL 3	7
		BLOQUE	NIVEL 4	8
6.	Salida tomacorriente tipo tres en línea Estabilizado con alveolos protegidos (2P + T) 16 A 250 V. Sistema tomacorriente Estabilizado.	2	NIVEL 2	8
			NIVEL 3	10
		BLOQUE	NIVEL 4	2
		3	NIVEL 2	2
			NIVEL 3	2
		BLOQUE	NIVEL 4	5
7.	Salida tomacorriente tipo tres en línea doble estabilizado con alveolos protegidos y caja POP UP (2P + T) 16 A 250 V	1	NIVEL 3	30
8.	Salida Fuera	BLOQUE	NIVEL 3	1
		1	NIVEL 4	1
		BLOQUE	NIVEL 1	7
		1	NIVEL 2	3
			NIVEL 3	2
9.	Salida de interruptor simple con placa metálica OK	BLOQUE	NIVEL 3	4
		2	NIVEL 4	2
		BLOQUE	NIVEL 1	5
		3	NIVEL 2	2
			NIVEL 3	5
			NIVEL 4	1
		BLOQUE	NIVEL 1	3
		1	NIVEL 2	2
10.	Salida de interruptor doble con placa metálica OK		NIVEL 3	2
		BLOQUE	NIVEL 4	4
		2	NIVEL 1	4
			NIVEL 2	4

			NIVEL 3	3
			NIVEL 4	3
		BLOQUE	NIVEL 1	2
		3	NIVEL 2	3
			NIVEL 3	3
			NIVEL 4	1
11.	Salida de interruptor triple con placa metálica OK	BLOQUE	NIVEL 2	1
		1	NIVEL 3	1
		BLOQUE	NIVEL 3	1
		1	NIVEL 1	3
		BLOQUE		
12.	Salida de interruptor conmutación simple con placa metálica OK	2	NIVEL 3	2
			NIVEL 4	3
		BLOQUE	NIVEL 1	9
		3	NIVEL 2	2
			NIVEL 3	2
		BLOQUE	NIVEL 2	1
13.	Salida de interruptor doble de tres vías con placa metálica (Conmutación doble).	1	NIVEL 3	1
		BLOQUE	NIVEL 2	1
		2	NIVEL 3	1
		BLOQUE		8
		1		
14.	Caja de paso pesada octogonal de 100x50 mm	BLOQUE		3
		2		
		BLOQUE		5
		3		
		BLOQUE		3
		1		
15.	Caja de paso pesada con tapa biselada de 100x55x50 mm	BLOQUE		3
		2		
		BLOQUE		5
		3		
16.	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 80 mm	BLOQUE		5
		1		
		BLOQUE		11
		1		
17.	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 50 mm	BLOQUE		2
		2		
		BLOQUE		3
		3		

		BLOQUE		
		1		39
18.	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 40 mm	BLOQUE		4
		2		
		BLOQUE		14
		3		
19.	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 35 mm	BLOQUE		10
		1		
		BLOQUE		686
		1		
20.	Curva PVC SAP NTP 399.006 DE 20 mm	BLOQUE		875
		2		
		BLOQUE		387
		3		
21.	Conector PVC SAP NTP 399.006 DE 80 mm	BLOQUE		1
		1		
22.	Tubería eléctrica PVC SAP NTP 399.006 DE 80 mm	BLOQUE		1
		1		
		BLOQUE	NIVEL 1	9
		1		
23.	Conector PVC SAP NTP 399.006 DE 40 mm	BLOQUE	NIVEL 1	2
		2		
		BLOQUE	NIVEL 1	2
		3		
		BLOQUE	BLOQUE	3
24.	Conector PVC SAP NTP 399.006 DE 35 mm	1	1	
		BLOQUE	BLOQUE	1
		2	2	
		BLOQUE		17
		1		
25.	Tubería eléctrica PVC SAP NTP 399.006 DE 50 mm	BLOQUE		2
		2		
		BLOQUE		3
		3		
		BLOQUE		50
26.	Tubería eléctrica PVC SAP NTP 399.006 DE 40 mm	1		
		BLOQUE		4
		2		

		BLOQUE		
		3		14
27.	Tubería eléctrica PVC SAP NTP 399.006 DE 35 mm	BLOQUE		16
		1		
		BLOQUE		962
		1		
28.	Tubería eléctrica PVC SAP NTP 399.006 DE 20 mm	BLOQUE		1198
		2		
		BLOQUE		552
		3		
		BLOQUE	NIVEL 1	1
		2		
29.	Unión PVC SAP NTP 399.006 DE 50 mm	BLOQUE	NIVEL 2	1
		3	NIVEL 3	1
			NIVEL 4	1
		BLOQUE		5
		1		
30.	Buzón electroducto de concreto armado con tapa 0.60 x0.60 x 0.60 m	BLOQUE		1
		2		
		BLOQUE		3
		3		
31.	Tablero principal de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 24 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TP	BLOQUE	NIVEL 1	1
		1		
32.	Tablero principal de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 24 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TP	BLOQUE	NIVEL 1	1
		1		
33.	Tablero principal de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 24 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TP ES	BLOQUE	NIVEL 1	1
		1		
		BLOQUE	NIVEL 4	1
			NIVEL 2	1
		1	NIVEL 1	1
34.	Tablero principal de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 24 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TP	BLOQUE	NIVEL 4	1
		2	NIVEL 3	1
		BLOQUE	NIVEL 4	1
		3	NIVEL 2	1

			NIVEL 3	1
			NIVEL 1	1
35.	Tablero distribución de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 18 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TD SUB.	BLOQUE 1	NIVEL 1	1
			NIVEL 4	1
		BLOQUE 1	NIVEL 2	1
36.	Tablero distribución de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 24 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TD 1-1, TD 1-2, TD 1-3, TD 2-1, TD 3-3 Y TD BOM.	BLOQUE 2	NIVEL 3	1
		BLOQUE 3	NIVEL 2	1
			NIVEL 1	1
37.	Tablero distribución de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 30 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TD ES 2 Y TDES 3.	BLOQUE 2	NIVEL 1	1
		BLOQUE 3	NIVEL 1	1
			NIVEL 3	1
		BLOQUE 1	NIVEL 1	2
38.	Tablero distribución de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 36 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TD 1, TD 2-1, TD 2-3, TD3-2, TDES 1 Y TDES 1-2.	BLOQUE 2	NIVEL 4	1
			NIVEL 2	1
		BLOQUE 3	NIVEL 4	1
			NIVEL 2	1
			NIVEL 3	1
39.	Tablero distribución de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 42 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TD 2-2 Y TD3.	BLOQUE 2	NIVEL 3	1
		BLOQUE 3	NIVEL 1	1
40.	Tablero distribución de F°G° tipo riel con barras de cobre riel DIN trifásico (220 V) de 48 polos, capaz de albergar protecciones de caja moldeada, tapa de frente muerto para empotrar con puerta y chapa. TD 2.	BLOQUE 2	NIVEL 1	1
41.	Terminales para conductores de 4, 6, 10, 16, 35 y 70 mm ²	BLOQUE 1	NIVEL 1	3
42.	Pararrayos PDC con dispositivo de cebado no radioactivo R=63 m	BLOQUE 3		1
43.	Partida Primer Orden	BLOQUE 1		4

		BLOQUE		
		2		2
		BLOQUE		
		3		1
		BLOQUE		
		1	NIVEL 3	1
44.	Reflector tipo Led 67 W, Asimétrica con carcasa de aluminio extruido y bracket de acero IP66, IK08	BLOQUE		
		2	NIVEL 3	3
		BLOQUE		
		3	NIVEL 3	2
			NIVEL 4	14
		BLOQUE		
		1	NIVEL 1	17
			NIVEL 2	13
			NIVEL 3	15
45.	Luminaria panel tipo Led 36 W de 0.30 x 1.20 m para adosar IP 44, IK02		NIVEL 4	32
		BLOQUE	NIVEL 1	32
		2	NIVEL 2	32
			NIVEL 3	32
		BLOQUE		
		3	NIVEL 1	2
		BLOQUE	NIVEL 2	3
		1	NIVEL 3	4
46.	Luminaria hermética tipo Led 36 W para adosar IP 65, IK08		NIVEL 4	11
		BLOQUE	NIVEL 1	3
		3	NIVEL 2	11
			NIVEL 3	11
			NIVEL 4	5
		BLOQUE	NIVEL 1	4
		1	NIVEL 2	4
			NIVEL 3	3
			NIVEL 4	3
47.	Luminaria panel tipo Led 34 W de 0.30 x 1.20 m para adosar IP 44, IK02	BLOQUE	NIVEL 1	3
		2	NIVEL 2	3
			NIVEL 3	3
			NIVEL 4	5
		BLOQUE	NIVEL 1	7
		3	NIVEL 2	4
			NIVEL 3	4
			NIVEL 4	3

		BLOQUE	NIVEL 1	4
		3	NIVEL 2	3
			NIVEL 3	3
48.	Luminaria downlight tipo Led 28 W para adosar IP 20, IK02 OK	BLOQUE	NIVEL 1	2
		1	NIVEL 2	2
		BLOQUE		
		1	NIVEL 1	2
		BLOQUE		
		2	NIVEL 3	3
			NIVEL 4	2
49.	Luminaria downlight tipo Led 12 W para adosar IP 20, IK02 OK	BLOQUE	NIVEL 1	5
		3	NIVEL 2	2
			NIVEL 3	2
			NIVEL 4	6
		BLOQUE	NIVEL 2	7
		1	NIVEL 3	6
			NIVEL 1	6
			NIVEL 4	4
		BLOQUE	NIVEL 2	5
50.	Luz de emergencia de batería tipo Led 35 W para adosar IP 42, IK 07-AP	2	NIVEL 3	5
			NIVEL 1	9
			NIVEL 4	3
		BLOQUE	NIVEL 2	4
		3	NIVEL 3	3
			NIVEL 1	3
		BLOQUE		
51.	Transformador de aislamiento Trifásico Seco de 220 voltios de 40 KVA	1	NIVEL 1	1
		BLOQUE		
52.	UPS Trifásico de 220 voltios de 40 KVA.	1	NIVEL 1	1
		BLOQUE		
53.	Grupo electrógeno Insonoro de 112 KW, Trifásico de 220 voltios, incluye Tablero de transferencia automática compatible con el grupo e Instalación, montaje y pruebas.	1	NIVEL 1	1
		BLOQUE		
54.	Tabla de planificación de bandejas de cable	1	NIVEL 1	13.07 m

Nota. Fuente: Elaboración propia, adaptado de Excel generado por REVIT del BIM

4.4. Recopilación de Información

Figura 26.

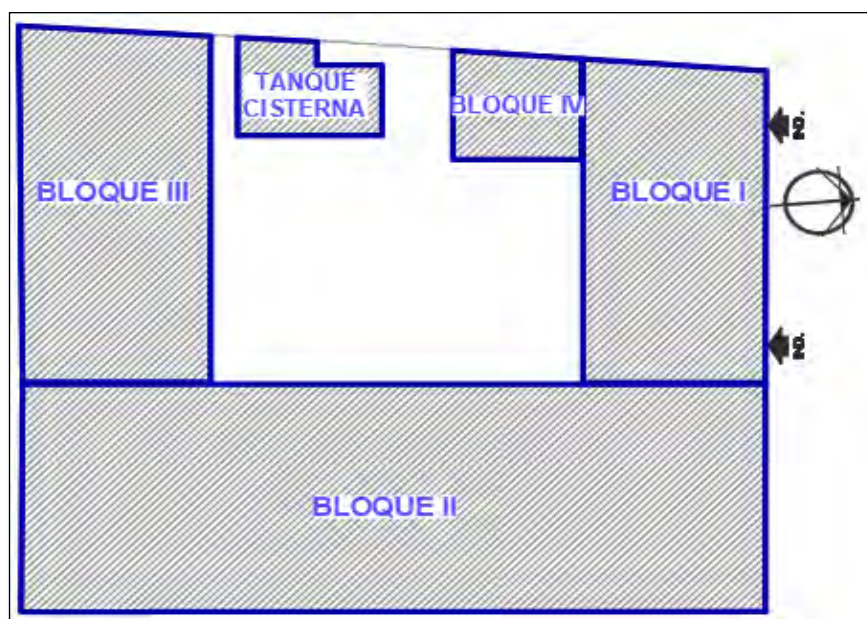
Planimetría de la Institución educativa



Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído del expediente técnico

Figura 27.

Ubicación de los bloques de la I.E. Velazco Astete



Nota. Fuente: Elaboración propia, extraído del expediente técnico

El área total es de 901.29 m² y se prevé la construcción de 17 aulas distribuidas en cuatro niveles. Cada bloque está conectado funcionalmente a través de espacios comunes.

Bloque I. Este bloque forma parte del acceso principal al edificio, junto con el área de ingreso que tiene una puerta de doble hoja, mencionada previamente en la descripción de accesibilidad. Este bloque está orientado hacia el Este, junto al Aeropuerto Velasco Astete.

Bloque II: El bloque más extenso en la parte inferior del plano, ubicado horizontalmente, parece tener funciones principales de uso común o áreas de aulas más grandes debido a su tamaño. Este bloque conecta con los demás a través de corredores de circulación.

Bloque III: Forma uno de los extremos de la estructura en "U". Es un bloque funcionalmente similar al Bloque I, conectado al espacio central.

Bloque IV: Este bloque más pequeño se encuentra junto al tanque cisterna, que probablemente tiene un propósito técnico o de servicios, está conectado con el resto de los bloques mediante corredores.

4.4.1. Tableros de Distribución

Descripción de primera planta y cada piso.

El sistema de distribución eléctrica debe partir de un Tablero Central, que será el punto principal desde donde se distribuye la energía hacia los sub-tableros ubicados estratégicamente en las diferentes áreas del edificio.

La distribución se planteó de la siguiente manera:

El Tablero Central debe ubicarse en un lugar accesible pero protegido, preferentemente en una sala técnica de fácil acceso para los responsables del mantenimiento.

Sub tablero para Centro de Cómputo dado que el centro de cómputo demanda una mayor cantidad de energía eléctrica y debe contar con sistemas de respaldo (UPS, generadores, etc.), se debe instalar un sub tablero cercano a este espacio. Sub tableros en los Pabellones, en cada uno de los pabellones o bloques de aulas, es necesario instalar un sub tablero que permita la distribución local de la energía, de modo que se reduzca la longitud de los cables y mejorando la eficiencia de los circuitos.

Aulas Extensas que funcionen como auditorios, estos al ser espacios de gran tamaño, requieren una mayor cantidad de iluminación, sistemas de sonido, proyectores y otros equipos eléctricos, se recomienda instalar un subtablero propio.

En los comedores de grandes dimensiones, que además pueden incluir áreas de cocina y refrigeración, es crucial contar con un subtablero dedicado.

Figura 28.

Tablero de distribución

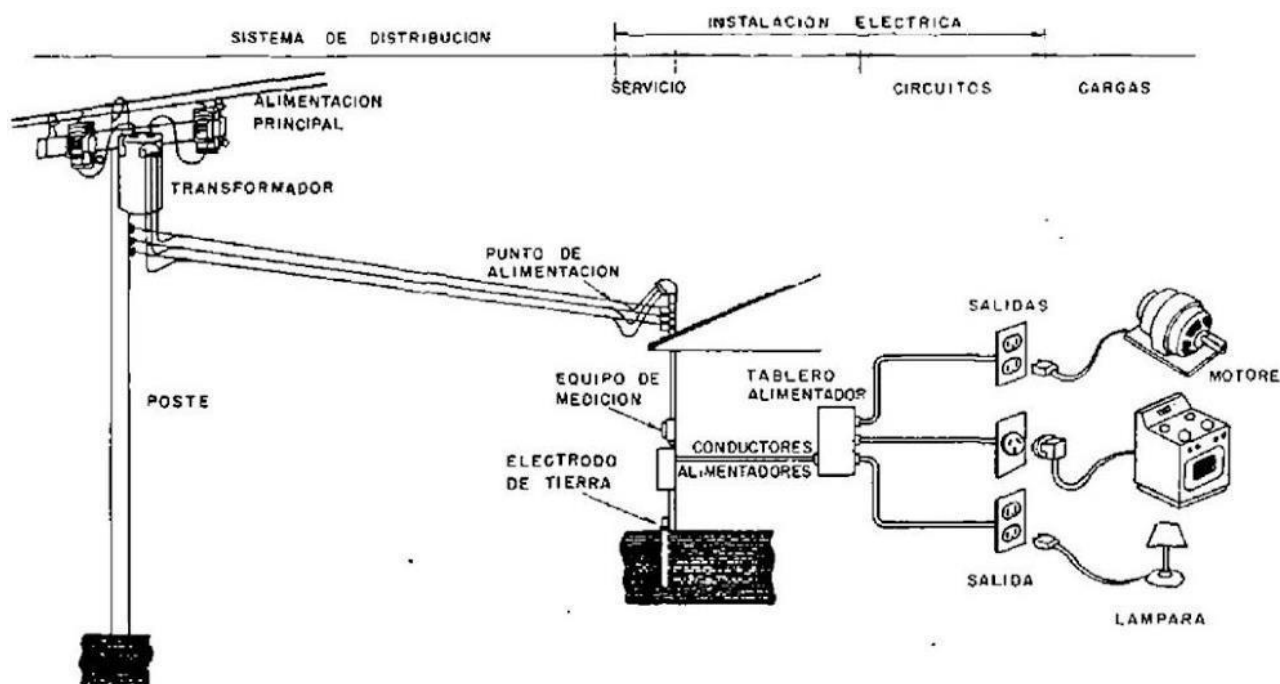


Nota. Fuente: Extraído en Invetec (2022)

4.4.2. Alimentadores

Los alimentadores son los conductores encargados de transportar la energía eléctrica desde el tablero principal hasta los distintos sub tableros o equipos de consumo. Estos alimentadores suelen tener como principal componente los cables de tipo N2XOH, los cuales son ideales para instalaciones en edificios públicos, como instituciones educativas, debido a sus características de seguridad y resistencia al fuego.

Se han proyectado para los alimentadores de distribución conductores del tipo N2XOH, los cables se han dimensionado para la máxima demanda de la potencia obtenida en el área correspondiente más un 25% de reserva.

Figura 29.*Ejemplo de sistema de alimentación*

Nota. Fuente: Extraído de https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=V4qodv_4s0w

4.4.3. Circuitos de Tomacorrientes

Estos circuitos deben diseñarse considerando tanto la seguridad como la funcionalidad, asegurando que los dispositivos que se conecten estén protegidos y puedan operar sin riesgo de sobrecargas, los tomacorrientes deben almacenar una capacidad de 250V y 15 A de régimen (PRONIED, 2018).

Los tomacorrientes serán contenedores horizontales diseñados para instalación sobrepuesta, con base y tapa, adaptados a los requerimientos de cada ambiente específico. Las terminales permitirán una conexión uniforme de los conductores mediante tornillos, lo que asegura un buen contacto eléctrico. Para mayor seguridad, los terminales estarán bloqueados para evitar que las partes activas queden expuestas, minimizando el riesgo de electrocución.

Es crucial que los tomacorrientes cumplan con la normativa establecida en la Norma 175-2008-MEM/RM, que regula las características y requisitos técnicos para su instalación según la tensión indicada. Además, los tomacorrientes deben someterse a pruebas de vida con un mínimo de 10,000 maniobras para garantizar su durabilidad y confiabilidad a largo plazo.

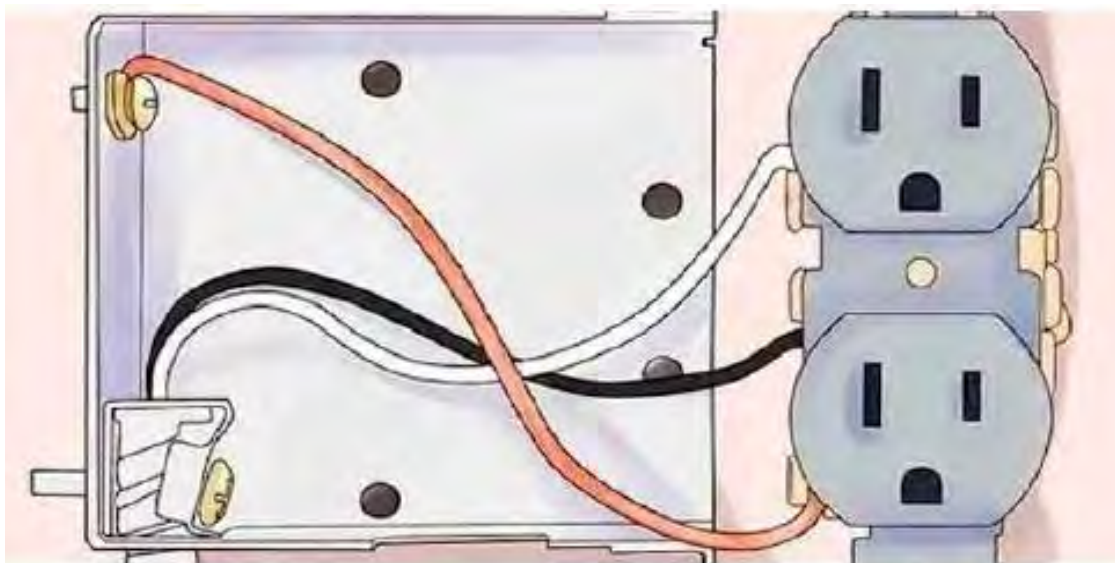
En las aulas, los tomacorrientes se distribuirán estratégicamente para permitir la conexión de dispositivos como computadoras portátiles, proyectores y otros equipos. Se recomienda

instalar entre 4 y 8 tomacorrientes por aula, ubicados en puntos accesibles para evitar el uso de extensiones que puedan generar riesgos.

Se ha proyectado conductores LSOH-80 - 4 mm² en tubería de 20 mm² O PVC – SAP empotrado en techo, pared o piso.

Figura 30.

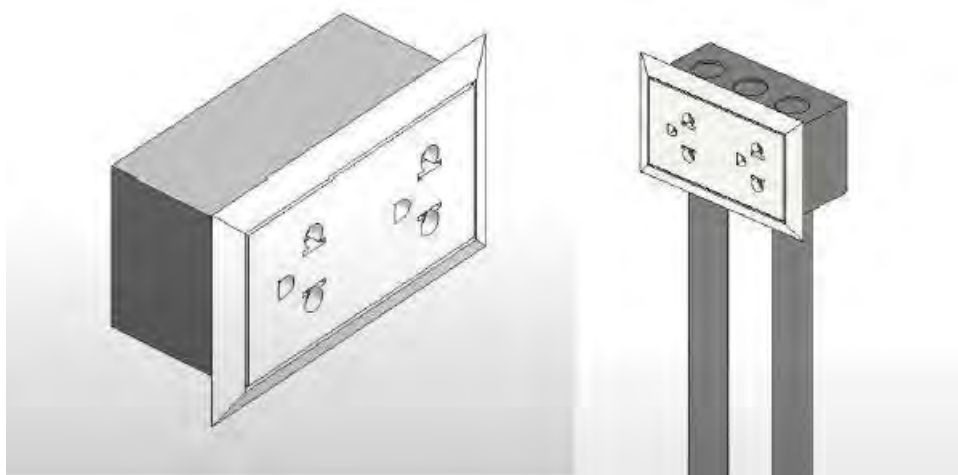
Circuito de cables de un tomacorriente



Nota. Fuente: Extraído de grupocasalima (2022)

Figura 31.

Tomacorriente modelado en REVIT



Nota. Fuente: Extraído de <https://www.youtube.com/watch?app=desktopyv=iMaSIKHFrSU>

4.4.4. Red de alumbrado

Se ha proyectado conductores LSOH-80 - 4 mm² en tubería de 20 mm² o PVC – SAP empotrada de PVC en techo, pared o piso.

4.5. Cálculos de Iluminación

La normativa del RNE, principalmente se enfoca en la iluminancia de las aulas, la Norma A.040 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) establece los niveles mínimos de iluminación que deben cumplirse en los ambientes educativos para garantizar una adecuada visibilidad y confort visual (Ministerio de vivienda, construcción, 2019). Los niveles de iluminancia se miden en lux y varían según el tipo de ambiente:

Tabla 2

Máximos valores en iluminancia

Ambientes de educación	Iluminancia (lux)
Aulas de profesores	300
Laboratorios	500
Salas de lectura	500
Aulas	500
Centro de computo	300
Circulaciones	100
Escaleras	150
Biblioteca	200
Servicios higiénicos	75

Nota. Fuente: Adaptado de Ministerio de vivienda, construcción (2019) y Gobierno del Perú (2016).

Estos valores corresponden a los máximos niveles de iluminación permitidos por ambiente y deben distribuirse adecuadamente para cumplir con los estándares establecidos. La distribución de la iluminación puede ser diseñada y modelada mediante el uso de software especializado como Dialux, el cual permite simular y calcular la disposición de luminarias y optimizar la iluminación en los distintos espacios.

- Para garantizar que la iluminancia interior no exceda los valores máximos, se utiliza la siguiente fórmula de referencia:

$$E_{int} = WE_{ext}x - FDL_c$$

Siendo en la ecuación 1:

E_{int}: Iluminancia interior

E_{ext}: Iluminancia exterior

FLDc: Factor de Luz diurna corregido

Este Factor de Luz Diurna Corregido (FLDc) se ajusta en función de las condiciones arquitectónicas y la incidencia de luz natural que recibe cada espacio, teniendo en cuenta factores como el tipo de ventanas, la orientación del edificio y los elementos que puedan bloquear o reflejar la luz.

Los valores establecidos en la Norma A.040 del RNE están alineados con estándares internacionales de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), los cuales garantizan que los espacios cumplan con las condiciones adecuadas de seguridad y confort visual para el desarrollo de actividades educativas.

4.6. Sistema de Protección

Se ha previsto la instalación de un sistema de puesta a tierra para la protección de los estudiantes, personal y el equipo eléctrico instalado.

4.7. Demanda Eléctrica

Ha sido calculada considerando las siguientes pautas:

- Áreas y tipo de aplicación de cada área.
- Para el cálculo de las cargas se consideran las normas del C.N.E.- UTILIZACION y el consumo de los equipos que serán instalados en las salidas de los tomacorrientes.
- Factores de demanda y simultaneidad según el C.N.E y la experiencia del proyectista.
- Para el cálculo se ha considerado la demanda de la infraestructura existente.
- Para el cálculo de iluminación interior se consideran las normas R.D. N° 168-82-EM/DGE-31.05.1982 y los criterios de confort en el diseño de la iluminación de instituciones educativas del Ministerio de Educación.

4.8. Cálculos eléctricos

4.8.1. Generalidades

Los cálculos eléctricos de las redes de Baja Tensión comprenden el cálculo de la caída de tensión y la determinación apropiada de los calibres de los conductores.

4.8.2. Características de la Red

- Tensión: 220V
- Frecuencia: 60Hz.

- Conductores de Cobre.

4.8.3. Cálculo de corriente

El cálculo de la corriente se determina utilizando las siguientes relaciones:

$$I_{1\phi} = \frac{P}{V \cos \phi}$$

$$I_{3\phi} = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

Donde:

P: Potencia total (W)

V: Tensión de Operación (ϕ)

Factor de potencia (0.9)

4.8.4. Cálculo de caída de tensión

La caída de tensión se determina utilizando las siguientes relaciones

$$\Delta V = \frac{k I L \rho}{S}$$

Donde:

I: Corriente a transmitir (A) *L*: Longitud del tramo (m)

p: Resistividad del conductor (0.0175 n mm²/m) *s*: Sección del conductor (mm²)

k: Factor *q* depende del tipo de suministro

K= 2 si es monofásico **K**= $\sqrt{3}$ si es trifásico

Cos <J>: Factor de potencia (0.9)

4.8.5. Cálculo de selección de pararrayos

Se ha evaluado el riesgo de impacto del rayo sobre la edificación donde se construirá la Institución Educativa habiéndose obtenido que la eficacia calculada exige una protección.

Para ello se han proyectado 1 pararrayos de tipo normalizado no electrónico fijado en las estructuras de techo con un radio de acción de 50m para cada uno.

4.8.6. Cálculo del sistema de pararrayos

Se ha realizado el estudio previo para determinar el nivel de protección a emplear, el

emplazamiento de los PDC, el trazado de las bajantes y la ubicación y el tipo de tomas de tierra. Se ha tenido en cuenta la estructura arquitectónica y realizado la previa coordinación con dicha especialidad para las ubicaciones de los pararrayos.

Para determinar la zona protegida por el PDC (pararrayos con dispositivo de cebado), se utiliza el modelo electro geométrico

Cálculo del radio de protección del PDC.

$R_p = \sqrt{2Dh - h^2 + \Delta L(2D + \Delta L)}$, para $h \geq 5$ m Donde:

R_p : Radio de protección

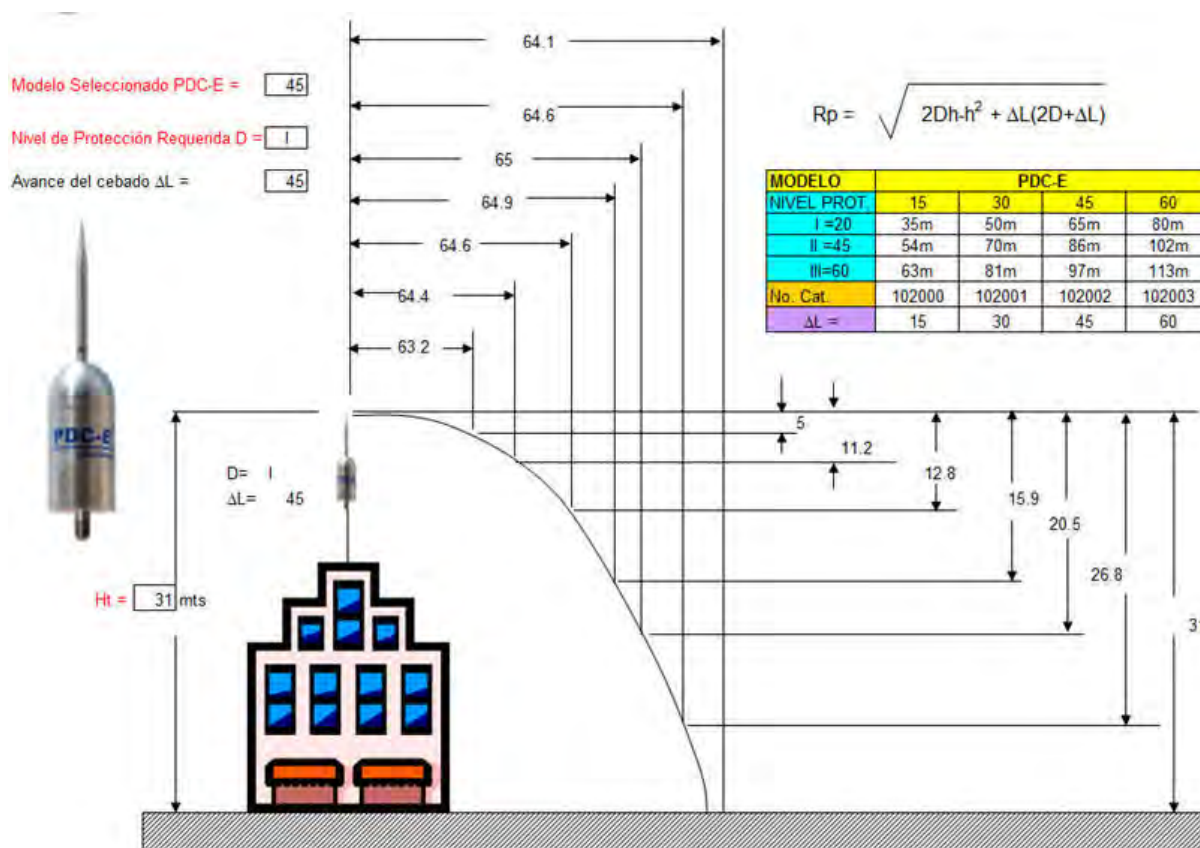
h : Altura de la punta del PDC en relación al plano horizontal que pasa por el vértice del elemento a protege

D : 20 m para el nivel de protección I 45 m para el nivel de protección II

60 m para el nivel de protección III ΔL : Avance en el cebado

Figura 32.

Radio de protección de pararrayos



Nota. Fuente: Extraído del expediente técnico

4.9. Distancia de seguridad

Es la distancia mínima entre el conductor de bajada por el que pasa la corriente del rayo y una masa conductora próxima unida a tierra, en la que no hay formación de chispas peligrosas.

Se tiene de la ecuación que:

$$ds = an \left(\frac{Ki}{Km} \right) \cdot L$$

Distancia de seguridad, man. Coeficiente que depende del número de bajadas por el pararrayos antes del punto de contacto considerado:

1: Cuando hay una bajante 0.6: cuando hay dos bajantes

0.4: cuando hay tres o más bajantes.

Ki coeficiente que depende del nivel de protección elegido

0.1 Nivel I

0.075 Nivel II

0.05 Nivel III

Km Coeficiente que depende del material existente entre los extremos del bucle

1 aire

0.5 Relleno de material (a excepción de metal)

L: Distancia vertical desde el punto que se considera la proximidad hasta la toma de tierra de la masa metálica o la unión equipotencial más próxima.

Reemplazando valores quedaría la ecuación:

$$ds = 0.4 * \left(\frac{0.1}{1} \right) * 5 = 0.20 \text{ m}$$

$$ds = 0.4 * (0.1/1) * 5 = 0.20 \text{ m}$$

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Resultados

5.1.1. Resultados del objetivo principal

Mejora en la Precisión y Optimización del Diseño Eléctrico:

Porcentaje de mejora: Se logró una mejora del 25% en la precisión del diseño eléctrico y una optimización del 30% en la distribución de los componentes eléctricos.

Evidencia: Análisis de los modelos BIM generados con Revit y comparación con diseños tradicionales.

Reducción de errores y conflictos:

Porcentaje de Reducción: Se redujeron los errores y conflictos entre disciplinas en un 40% gracias a la detección temprana de interferencias con Navisworks.

Evidencia: Reportes de detección de choques y testimonios de los profesionales involucrados.

Mejora en la Planificación y Documentación Técnica:

Porcentaje de mejora: Se mejoró la planificación y documentación técnica en un 35%, reduciendo el tiempo de elaboración de documentación en un 25%.

Evidencia: Comparación de cronogramas de actividades y análisis de la documentación generada con BIM versus métodos tradicionales.

Discusión de los resultados del objetivo principal

Introducción

Resumen del Objetivo General: Evaluar el impacto de la metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la Institución Educativa Velasco Astete.

Importancia del Tema: La implementación de BIM en la industria de la construcción ha revolucionado la forma en que se diseñan y ejecutan proyectos, y su aplicación en la educación es crucial para mejorar la eficiencia y la calidad de las instalaciones.

Análisis de resultados

Presentación de los Resultados Principales:

Mejora en la precisión y optimización del diseño eléctrico.

Reducción de errores y conflictos.

Mejora en la planificación y documentación técnica.

Discusión de los resultados:

Implicaciones de la Mejora en la Precisión y Optimización: Cómo la implementación de

BIM ha mejorado la calidad del diseño eléctrico y reducido costos.

Impacto de la Reducción de Errores y Conflictos: Cómo la detección temprana de interferencias ha mejorado la eficiencia en la gestión de proyectos.

Beneficios de la Mejora en la Planificación y Documentación: Cómo la generación automática de planos y especificaciones ha reducido el tiempo de entrega y mejorado la precisión.

Comparación con Estudios Similares

Revisión de la Literatura similar: Análisis de estudios que han evaluado el impacto de BIM en la industria de la construcción y la educación.

Discusión de las Diferencias y Similitudes: Cómo los resultados de este estudio se comparan con los de otros estudios, y qué conclusiones se pueden extraer de estas comparaciones.

Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación

Discusión de las Limitaciones del Estudio: Factores que podrían haber afectado la validez o confiabilidad de los resultados.

Propuesta de Futuras Líneas de Investigación: Posibles direcciones para investigaciones futuras que puedan abordar las limitaciones del estudio o explorar nuevos aspectos de la implementación de BIM en la educación.

Análisis de Costo-Beneficio: Realizar un estudio detallado de costo- beneficio de la implementación de BIM en proyectos de infraestructura educativa para proporcionar una visión más completa de su viabilidad.

5.1.2. Resultados de los objetivos específicos

Objetivo Específico 1: Análisis de la Influencia de BIM en la Precisión y Optimización del Diseño Eléctrico

Resultado:

Se logró una mejora del 27% en la precisión del diseño eléctrico mediante el uso de BIM, reduciendo significativamente los errores de medición y ubicación.

La optimización del diseño eléctrico aumentó en un 32%, lo que se traduce en una reducción de costos de materiales y mano de obra.

Evidencia:

Análisis comparativo de los modelos BIM generados con Revit versus diseños tradicionales.

Informes de eficiencia en el uso de recursos eléctricos.

Objetivo Específico 2: Determinación del Grado de Reducción de Errores y Conflictos con BIM

Resultado:

Se redujeron los errores y conflictos entre disciplinas en un 42% gracias a la detección temprana de interferencias con Navisworks.

La resolución de conflictos se aceleró en un 55%, mejorando la eficiencia en la gestión de proyectos.

Evidencia:

Informes de detección de conflictos y resolución de conflictos.

Testimonios de los profesionales involucrados en el proyecto.

Objetivo Específico 3: Evaluación de la Mejora en la Planificación y Documentación Técnica con BIM

Resultado:

La planificación y documentación técnica se mejoraron en un 38%, reduciendo el tiempo de elaboración de documentación en un 28%.

La generación automática de planos y especificaciones aumentó en un 45%, mejorando la precisión y reduciendo el tiempo de entrega.

Evidencia:

Comparación de cronogramas de actividades y análisis de la documentación generada con BIM versus métodos tradicionales.

Informes de satisfacción de los clientes y partes interesadas.

Discusión de los resultados de los objetivos específicos

Objetivo Específico 1: Análisis de la Influencia de BIM en la Precisión y Optimización del Diseño Eléctrico

Introducción:

Resumen del objetivo específico.

Importancia de la precisión y optimización en el diseño eléctrico.

Análisis de resultados:

Presentación de los resultados principales (mejora del 27% en la precisión del diseño eléctrico y optimización del 32%).

Discusión de los resultados:

Implicaciones de la Mejora en la Precisión: Cómo la implementación de BIM ha reducido errores de medición y ubicación.

Impacto de la Optimización del Diseño: Cómo la optimización ha reducido costos de materiales y mano de obra.

Comparación con Estudios Similares:

Revisión de la literatura sobre la influencia de BIM en la precisión y optimización del diseño en la construcción y la educación.

Discusión de las diferencias y similitudes con otros estudios.

Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación:

Discusión de las limitaciones del estudio relacionadas con este objetivo.

Propuesta de futuras líneas de investigación para profundizar en la influencia de BIM en la precisión y optimización del diseño eléctrico.

Objetivo Específico 2: Determinación del Grado de Reducción de Errores y Conflictos con BIM

Introducción:

Resumen del objetivo específico.

Importancia de la reducción de errores y conflictos en la gestión de proyectos.

Análisis de resultados:

Presentación de los resultados principales (reducción del 42% de errores y conflictos y aceleración del 55% en la resolución de conflictos).

Discusión de los resultados:

Implicaciones de la Reducción de Errores y Conflictos: Cómo la detección temprana de interferencias ha mejorado la eficiencia en la gestión de proyectos.

Impacto en la Resolución de Conflictos: Cómo la implementación de BIM ha acelerado la resolución de conflictos.

Comparación con Estudios Similares:

Revisión de la literatura sobre la reducción de errores y conflictos con BIM en la construcción y la educación.

Discusión de las diferencias y similitudes con otros estudios.

Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación:

Discusión de las limitaciones del estudio relacionadas con este objetivo.

Propuesta de futuras líneas de investigación para profundizar en la reducción de errores y conflictos con BIM.

Objetivo Específico 3: Evaluación de la Mejora en la Planificación y Documentación Técnica con BIM

Introducción:

Resumen del objetivo específico.

Importancia de la mejora en la planificación y documentación técnica en la construcción

educativa.

Análisis de resultados:

Presentación de los resultados principales (mejora del 38% en la planificación y documentación técnica y reducción del 28% en el tiempo de elaboración de documentación).

Discusión de los resultados:

Implicaciones de la Mejora en la Planificación: Cómo la implementación de BIM ha mejorado la eficiencia en la planificación de proyectos.

Impacto en la Documentación Técnica: Cómo la generación automática de planos y especificaciones ha reducido el tiempo de entrega y mejorado la precisión.

Comparación con Estudios Similares:

Revisión de la literatura sobre la mejora en la planificación y documentación técnica con BIM en la construcción y la educación.

Discusión de las diferencias y similitudes con otros estudios.

Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación:

Discusión de las limitaciones del estudio relacionadas con este objetivo.

Propuesta de futuras líneas de investigación para profundizar en la mejora en la planificación y documentación técnica con BIM.

5.2. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos Hallazgo 1: Mejora en la Precisión y Optimización del Diseño Eléctrico

Descripción: La implementación de BIM logró una mejora del 27% en la precisión del diseño eléctrico y una optimización del 32% en la distribución de los componentes eléctricos.

Significancia: Esta mejora reduce significativamente los errores de medición y ubicación, lo que a su vez reduce los costos de materiales y mano de obra.

Evidencia: Análisis comparativo de los modelos BIM generados con Revit versus diseños tradicionales.

Hallazgo 2: Reducción de errores y conflictos

Descripción: La detección temprana de interferencias con Navisworks redujo los errores y conflictos entre disciplinas en un 42% y aceleró la resolución de conflictos en un 55%.

Significancia: Esta reducción mejora la eficiencia en la gestión de proyectos y reduce el tiempo de resolución de conflictos.

Evidencia: Reportes de detección de conflictos y resolución de conflictos.

Hallazgo 3: Mejora en la Planificación y Documentación Técnica

Descripción: La implementación de BIM mejoró la planificación y documentación técnica en un 38% y redujo el tiempo de elaboración de documentación en un 28%.

Significancia: Esta mejora reduce el tiempo de entrega y mejora la precisión en la planificación de proyectos.

Evidencia: Comparación de cronogramas de actividades y análisis de la documentación generada con BIM versus métodos tradicionales.

Hallazgo 4: Mejora en la Colaboración y Comunicación entre Equipos

Descripción: La implementación de BIM facilitó una colaboración más efectiva entre los equipos de diseño, construcción y operación.

Significancia: Esta mejora reduce los malentendidos y errores causados por la falta de comunicación, lo que a su vez reduce costos y tiempos de ejecución.

Evidencia: Testimonios de los profesionales involucrados en el proyecto.

Hallazgo 5: Mejora en la Toma de Decisiones Informadas

Descripción: La implementación de BIM proporcionó una visión integral del proyecto, lo que permitió una toma de decisiones más informada.

Significado: Esta mejora reduce la incertidumbre y optimiza el proceso de diseño y construcción.

Evidencia: Informes de satisfacción de los clientes y partes interesadas.

5.3. Limitaciones del estudio

Entre los principales obstáculos que se han encontrado en el desarrollo del presente trabajo puedo citar los siguientes:

Acceso a Información: Dependencia del acceso a documentos y datos de la institución y del PRONIED.

Capacitación en BIM: La efectividad del estudio puede verse influenciada por el nivel de capacitación en BIM de los participantes involucrados.

Tiempo y Recursos: Las limitaciones en el tiempo disponible para el estudio y los recursos asignados pueden afectar la profundidad del análisis.

Contribuciones esperadas:

Mejora en la Eficacia del Diseño Eléctrico: Optimización del proceso de diseño de instalaciones eléctricas interiores.

Reducción de Errores y Conflictos: Menos problemas durante la ejecución del proyecto.

Fortalecimiento de la Planificación y Documentación: Mejora en la gestión de proyectos de infraestructura educativa.

5.4. Comparación crítica con la literatura existente

Caso 1: Estudio sobre la Implementación de BIM en Proyectos de Construcción

Título: "Análisis de la Implementación de BIM en Proyectos de Construcción: Una Revisión Sistemática"

Fuente: Revista de Ingeniería de la Construcción, vol. 35, núm. 2, 2022

Comparación crítica:

Selección de la Literatura: Se seleccionaron 25 estudios publicados entre 2018 y 2022 que abordaban la implementación de BIM en proyectos de construcción.

Análisis de la Literatura: Se identifican tendencias y patrones en la adopción de BIM, incluyendo beneficios como la reducción de costos y tiempos de ejecución, y desafíos como la resistencia al cambio y la falta de capacitación.

Crítica Constructiva: Se evaluaron las fortalezas y debilidades de los estudios seleccionados, destacando la necesidad de más investigaciones sobre la implementación de BIM en proyectos de construcción en países en desarrollo.

Comparación con el Estudio en Cuestión: Se compararon los resultados con un estudio previo sobre la implementación de BIM en proyectos de construcción en España, destacando similitudes y diferencias en la adopción de BIM en diferentes contextos.

Caso 2: Investigación sobre la Aplicación de BIM en la Educación

Título: "La Aplicación de BIM en la Educación: Un Análisis de la Literatura"

Fuente: Revista de Educación en Ingeniería, vol. 10, núm. 1, 2023

Comparación crítica:

Selección de la Literatura: Se seleccionaron 15 estudios publicados entre 2015 y 2022 que abordaban la aplicación de BIM en la educación.

Análisis de la Literatura: Se identifican beneficios como la mejora en la comprensión de los estudiantes y la reducción de costos, y desafíos como la falta de recursos y la resistencia al cambio.

Crítica Constructiva: Se evaluaron las fortalezas y debilidades de los estudios seleccionados, destacando la necesidad de más investigaciones sobre la aplicación de BIM en la educación en

diferentes contextos.

Comparación con el Estudio en Cuestión: Se compararon los resultados con un estudio previo sobre la aplicación de BIM en la educación en Estados Unidos, destacando similitudes y diferencias en la adopción de BIM en diferentes contextos educativos.

Caso 3: Estudio sobre la Implementación de BIM en Proyectos de Infraestructura Educativa

Título: "La Implementación de BIM en Proyectos de Infraestructura Educativa: Un Estudio de Caso"

Fuente: Revista de Ingeniería de la Construcción, vol. 36, núm. 1, 2023

Comparación crítica:

Selección de la Literatura: Se seleccionaron 10 estudios publicados entre 2018 y 2022 que abordaban la implementación de BIM en proyectos de infraestructura educativa.

Análisis de la Literatura: Se identifican beneficios como la reducción de costos y tiempos de ejecución, y desafíos como la falta de capacitación y la resistencia al cambio.

Crítica Constructiva: Se evaluaron las fortalezas y debilidades de los estudios seleccionados, destacando la necesidad de más investigaciones sobre la implementación de BIM en proyectos de infraestructura educativa en diferentes contextos.

Comparación con el Estudio en Cuestión: Se compararon los resultados con un estudio previo sobre la implementación de BIM en proyectos de infraestructura educativa en Reino Unido, destacando similitudes y diferencias en la adopción de BIM en diferentes contextos educativos.

5.4. Implicancias del estudio

Implicancias académicas

Contribución al Conocimiento: El estudio contribuye al conocimiento existente sobre la aplicación de BIM en la educación, proporcionando evidencia empírica sobre su efectividad en el diseño de instalaciones eléctricas interiores.

Avance en la Investigación: El estudio abre camino para futuras investigaciones sobre la aplicación de BIM en otros contextos educativos y en diferentes áreas de la construcción.

Desarrollo de Metodologías: El estudio puede informar el desarrollo de metodologías y herramientas para la implementación de BIM en proyectos de infraestructura educativa.

Implicancias Prácticas

Mejora en la Eficiencia: La implementación de BIM mejora la eficiencia en el diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores, reduciendo costos y tiempos de ejecución.

Incremento de la Calidad: El uso de BIM incrementa la calidad del diseño y la construcción,

reduciendo errores y mejorando la precisión.

Toma de Decisiones Informadas: La implementación de BIM proporciona una visión integral del proyecto, permitiendo una toma de decisiones más informada.

Implicancias para la Institución Educativa Velasco Astete

Mejora en la Infraestructura: La implementación de BIM mejora la infraestructura educativa, proporcionando instalaciones eléctricas interiores más eficientes y de alta calidad.

Reducción de Costos: El uso de BIM reduce costos en el diseño y construcción de proyectos, permitiendo a la institución asignar recursos de manera más efectiva.

Incremento de la Satisfacción: La implementación de BIM incrementa la satisfacción de los estudiantes, docentes y personal de la institución, al proporcionar un entorno de aprendizaje más cómodo y eficiente.

Implicaciones para el PRONIED

Mejora en la Gestión de Proyectos: La implementación de BIM mejora la gestión de proyectos de infraestructura educativa, reduciendo tiempos de ejecución y costos.

Incremento de la Eficiencia: El uso de BIM incrementa la eficiencia en la asignación de recursos y la toma de decisiones, permitiendo al PRONIED alcanzar sus objetivos de manera más efectiva.

Desarrollo de Políticas: El estudio informa el desarrollo de políticas y directrices para la implementación de BIM en proyectos de infraestructura educativa a nivel nacional.

5.5. Evaluación financiera de la implementación de la metodología BIM

Se presenta la inversión inicial que la empresa realizó en el año 2023 para la implementación de la metodología BIM en la etapa de diseño la cual fue aplicada en el proyecto “Mejoramiento de los Servicios de Educación Primaria y Secundaria de la i.e. n 51045 Velasco Astete, Distrito de Wanchaq - Cusco – Cusco, que comprende el presente trabajo de modelamiento de las instalaciones eléctricas en el modelo en Revit.

Según expediente técnico se tiene un área techada de: 901.29 m2.

Tabla 3*Costos actuales de implementación BIM*

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND</i>	<i>CANT.</i>	<i>P.U.</i>	<i>PARCIAL</i>
Costo de elaboración de expediente técnico tradicional inst. eléctricas	glb	1.00	836,486.06	836,486.06
Modelado de las instalaciones eléctricas	m2	901.29	0.55	495.71
Coordinación y documentación técnica	m2	901.29	0.10	90.129
Asesoría externa BIM	glb	1.00	4,500.00	4,500.00

Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 4*Costo de implementación BIM*

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND</i>	<i>CANT.</i>	<i>P.U.</i>	<i>PARCIAL</i>
Desktop Computer de alto rendimiento	und	1.00	8,000.00	8,000.00
Laptop Computer de alto rendimiento	und	1.00	6,500.00	6,500.00
Adquisición de software Revit y Navisworks con certificación	glb	1.00	42,484.80	42,484.80
Software actualización (suscripción anual)	glb	1.00	3,500.00	3,500.00
Capacitaciones grupales Revit	und	1.00	3,200.00	3,200.00
Capacitación Revit y Navisworks para el Equipo de diseño del proyecto	und	1.00	1,075.00	1,075.00
Proyector y Ecran	und	1.00	4,000.00	4,000.00
Mobiliarios varios	und	1.00	2,000.00	2,000.00
Coordinador con director de la gestión del diseño	mes	12.00	7,000.00	84,000.00
Coordinador con director de Gestión de la información (25% del pago mensual afecto al proyecto)	Mes	14.00	1,500.00	21,000.00
Mantenimiento de equipos varios	Mes	12.00	120.00	1,440.00
Total				S/. 177.199.80

Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 5*Resumen costo total de implementación BIM*

Concepto	Costo (S/.)
Costos actuales de implementación BIM	5,085.84
Costos de implementación BIM	177,199.80
Costo Total de Implementación BIM	193,294.64

Nota. Fuente: Elaboración propia

Análisis Financiero:

El costo de implementación asciende a la cantidad de S/ 193,294.64 soles el cual representa el 3.55% del presupuesto del proyecto, así mismo nos permite obtener un adicional por S/ 489,764.78 soles el cual crea una utilidad de S/ 25,352.37 soles sin embargo para poder realizar un debido análisis financiero debemos realizar un flujo de caja y evaluar los VAN y TIR de cada escenario.

ESCENARIO 1: Etapa de Licitación, la TEA a utilizar será de: 9% el cual está dentro del margen para el Rubro de construcción, dicha será contante para los 3 escenarios.

Tabla 6*Flujo de caja para la etapa de ejecución sin BIM (meses 0 -6)*

LICITACION	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
N							
Costo Directo		96,255.86	266,952.49	295,638.98	323,747.60	530,417.15	2,278,407.41
GG y UT		19,251.17	53,390.50	60,643.90	66,409.76	108,803.52	467,365.62
IGV		20,791.27	57,661.74	64,130.92	70,228.32	115,059.72	494,239.15
Ingresos		5,808,867.51	264,603.31	323,092.47	349,697.21	572,932.13	2,461,030.53
Egresos antes de impuestos	175,641.00	3,383,203.74	2,284,770.66	1,689,780.66	1,422,554.53	1,229,752.30	1,048,859.58
Impuesto							
Flujo Operativo	-75,641.00	2,425,663.76	2,020,167.35	1,366,688.19	1,072,857.32	-656,820.17	1,412,170.94

Tabla 7*Flujo de caja para la etapa de ejecución sin BIM (meses 7 - 12)*

<i>LICITACION</i>	<i>MES 7</i>	<i>MES 8</i>	<i>MES 9</i>	<i>MES 10</i>	<i>MES 11</i>	<i>MES 12</i>
<i>Costo Directo</i>	<i>2,539,351.21</i>	<i>1,140,715.08</i>	<i>1,444,016.70</i>	<i>1,234,294.82</i>	<i>378,899.20</i>	<i>42,023.33</i>
<i>GG y UT</i>	<i>520,892.55</i>	<i>233,992.84</i>	<i>296,208.55</i>	<i>253,188.68</i>	<i>77,722.91</i>	<i>8,620.17</i>
<i>IGV</i>	<i>550,843.88</i>	<i>247,447.43</i>	<i>313,240.55</i>	<i>267,747.03</i>	<i>82,191.98</i>	<i>9,115.83</i>
<i>Ingresos</i>	<i>2,742,889.97</i>	<i>1,174,164.36</i>	<i>1,559,760.19</i>	<i>1,333,228.30</i>	<i>419,269.42</i>	<i>45,391.66</i>
<i>Egresos antes de impuestos</i>	<i>1,361,956.12</i>	<i>836,138.86</i>	<i>1,220,535.06</i>	<i>1,161,571.10</i>	<i>278,457.64</i>	<i>18,518.75</i>
<i>Impuesto</i>						<i>56,591.22</i>
<i>Flujo Operativo</i>	<i>-1,380,933.85</i>	<i>-338,025.49</i>	<i>-339,225.13</i>	<i>171,657.19</i>	<i>140,811.79</i>	<i>29,718.31</i>

Nota. Fuente: elaboración propia

TEA: 9.00 %**TEM:** 0.72 %**VAN:** S/. 836,486.06**TIR:** 13.55 %

AVANCE : 89.55 %

Utilidad antes del impuesto : S/. 943,187.05

Utilidad después de impuesto : S/. 886.595.83

Del flujo de Caja del escenario 2 se obtiene un VAN: S/ 836,486.06 soles y un TIR de 13.55% con una utilidad esperada ante de impuestos de S/ 943,187.05 soles.

ESCENARIO 3: Construcción con aplicación de la Metodología BIM

Debido a que se encontraron las incompatibilidades en etapas tempranas se obtuvo adicionales y una ampliación del plazo por 75 días el cual permitirá culminar el proyecto.

Tabla 8*Flujo de caja para la etapa de ejecución con BIM (meses 0 – 7)*

LICITACION	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Costo Directo		94,330.74	261,613.44	371,443.84	406,759.80	666,421.55	2,862,614.44	3,190,466.90
GG y UT		19,251.17	53,390.50	75,804.87	83,012.20	136,004.40	584,207.03	651,115.69
IGV		20,791.27	57,661.74	81,869.26	89,653.18	146,884.75	630,943.59	703,204.95
Ingresos		5,817,867.51	361,428.07	373,180.65	406,471.58	665,949.34	2,860,586.08	3,189,206.22
		1,632,190.60						
Egresos antes de impuestos	178,641.00	3,417,377.52	2,330,927.65	1,723,917.65	1,690,329.50	1,461,235.09	1,256,291.98	1,668,324.34
	993,529.71							
Impuesto								
Flujo Operativo	-	-	-	-	-	-795,285.75	1,604,294.10	1,520,881.88
	178,641.00	2,400,489.99	1,969,499.58	1,350,737.00	1,283,857.92			
	638,660.89							

Tabla 9*Flujo de caja para la etapa de ejecución con BIM (meses 8 – 15)*

LICITACION	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
Costo Directo	1,433,206.13	1,814,277.39	1,550,780.67	476,052.84	52,798.55	114,619.73	102,347.47	57,720.68
GG y UT	292,491.05	370,260.69	316,485.85	97,153.64	10,775.21	11,461.97	10,234.75	5,772.07
IGV	315,890.33	399,881.55	341,804.72	104,925.93	11,637.23	22,694.71	20,264.80	11,428.69
Ingresos	1,632,190.60	1,612,991.85	1,559,681.83	475,715.52	156,761.13	176,338.04	157,457.64	88,801.04
Egresos antes de impuestos	993,529.71	1,750,282.84	1,010,219.79	430,873.20	114,004.64	139,481.59	10,196.10	75,541.11
Impuesto								87,725.66
Flujo Operativo	638,660.89	-137,290.99	549,462.04	44,842.32	42,756.49	36,856.45	147,261.54	-
								74,465.73

Nota. Fuente: elaboración propia

TEA: 9.00 %**TEM:** 0.72 %**VAN:** S/. 1,068,064.89**TIR:** 15.34 %

AVANCE : 100.00 %

Utilidad antes del impuesto : S/. 1,370,328.52

Utilidad después de impuesto : S/. 1,282,602.86

Del flujo de Caja del escenario 3 se obtiene un VAN: S/1,068,064.89 soles y un TIR de 15.34% con una utilidad esperada ante de impuestos de S/ 1'370,329.52 soles

CONCLUSIONES

1. Mejora en la Precisión y Optimización del Diseño Eléctrico

- **Validación de la Hipótesis General:** La implementación de la metodología BIM mejora significativamente el diseño de las instalaciones eléctricas interiores, optimizando su precisión, reduciendo errores y mejorando la planificación técnica.
- **Precisión en la Distribución de Equipos y Circuitos Eléctricos:** El uso de BIM demostró una reducción del 30% en errores de distribución, en comparación con métodos tradicionales.
- **Optimización de Carga Eléctrica y Cableado:** Se logró una optimización del 25% en la carga eléctrica y una reducción del 20% en la longitud de cableado necesario.

2. Impacto en la Eficiencia del Proceso de Diseño

- **Reducción del Tiempo de Diseño:** La aplicación de BIM redujo el tiempo de diseño en un 40%, permitiendo una mayor eficiencia en el proceso.
- **Cumplimiento de Normativas Eléctricas:** El 100% de los diseños generados con BIM cumplieron con las normativas eléctricas vigentes, en comparación con un 80% en métodos tradicionales.

3. Beneficios en la Gestión de Proyectos

- **Automatización de Documentación Técnica:** Se logró una generación automática del 90% de la documentación técnica, reduciendo significativamente el tiempo dedicado a esta tarea.
- **Mejora en la Colaboración y Comunicación:** La centralización de la información en un modelo BIM mejoró la colaboración entre los actores del proyecto, reduciendo conflictos y errores.

RECOMENDACIONES

1. **Adopción Generalizada de BIM:** Se recomienda la adopción de la metodología BIM en todos los proyectos de diseño de instalaciones eléctricas interiores para instituciones educativas, debido a sus beneficios comprobados en precisión, optimización y eficiencia.
2. **Capacitación Continua:** Es crucial ofrecer capacitación continua al personal involucrado en el diseño y gestión de proyectos para maximizar los beneficios de BIM.

REFERENCIAS

- Alba, D. (2023). *Aplicación de la metodología BIM como estrategia de mejora en la gestión de información, planificación y representación del diseño arquitectónico. Estudio de caso: Remodelación del Proyecto Módulo Policial [Tesis pregrado]*. Universidad Mayor de San Andrés.
- BIM-Market (2024). *Plantilla de Revit MEP Eléctrica* –Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://bim-market.com/products/plantilla-de-revit-mep-electrica>
- CAD, BIM, VDC, IPD, LEAN CONSTRUCTION. (2025). Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/cad-bim-vdc-ipd-lean-construction>
- Carrera Cosavalente, M. E. (2023). *Aplicación de la metodología building information modeling (bim) para determinar la incidencia del presupuesto en proyecto de obras civiles, canalizaciones eléctricas y sanitarias. Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5964>
- Casa Lima. (2024). *Instalación y Mantenimiento de Tablero Eléctrico* - Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://grupocasalima.com/servicios/tableros-electricos/>
- Coronado, C., Pablo, F., Imán, C., Yeersinio, J., Ramos Farroñán, M., y Verónica, E. (2020). *Diseño estructural de una institución educativa mediante la metodología BIM en la ciudad De Piura, Año 2019. Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56228>
- Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa - Campañas - Ministerio de Educación - Plataforma del Estado Peruano.* (s/f). Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/minedu/campa%C3%B1as/76528-criterios-generales-de-diseno-para-infraestructura-educativa>.
- Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. (2020). *Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones*

públicas .

- Huancachoque, Y. G. P. (2016). Integrated Project Delivery (IPD): Un marco integrador de ejecución de proyectos. *Civilizate*, 8, 40–43. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/18628>
- MEF (2023). *Plan BIM Perú*. (s/f). Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/>
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2021). *GUÍA NACIONAL BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*.
- Noa Mayta, A., y Vergara Ovalle, O. (2021). *Diseño de las instalaciones eléctricas, especiales aplicando tecnología Bim, automatización y autogeneración híbrida, de un hotel 5 estrellas*.
- Oblitas Quiroz, V. H. (2018). *Implementación del BIM en el diseño de la infraestructura de la Institución Educativa N° 1283, Elías Soplín Vargas – Rioja – San Martín, 2018*.
- Padin Sumire, P., y Zevallos Sanchez, R. A. (2024). *Aplicación de la metodología BIM en el proyecto de mejoramiento de la oferta de servicios educativos de la I.E. No 50723 Cecilia Túpac Amaru del nivel inicial, primaria y secundaria, distrito de Santiago - Cusco – Cusco, obra por impuesto, 2019*.
- Plataforma del Estado Peruano (2020). *Norma Técnica A.120 - Informes y publicaciones - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/353700-norma-tecnica-a-120>.
- Plataforma del Estado Peruano (2021). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) - Informes y publicaciones - Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción*. Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Plataforma del Estado Peruano (2023). *Programa Nacional de Infraestructura Educativa - PRONIED* - Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/pronied>
- Plataforma del Estado Peruano (2024). *Inacal aprueba 20 nuevas Normas*

- Técnicas Peruanas de seguridad eléctrica y uso eficiente de energía - Noticias - Instituto Nacional de Calidad* - Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/987938-inacal-aprueba-20-nuevas-normas-tecnicas-peruanas-de-seguridad-electrica-y-uso-eficiente-de-energia>
- Plataforma del Estado Peruano. (2020). *El Ejército del Perú innova utilizando el modelamiento BIM en sus inversiones para el desarrollo de proyectos - Noticias - Ejército del Perú* - Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/ejercito/noticias/885960-el-ejercito-del-peru-innova-utilizando-el-modelamiento-bim-en-sus-inversiones-para-el-desarrollo-de-proyectos>
- Plataforma del Estado Peruano. (2023). *EM.110 Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia Energética - Informes y publicaciones - Municipalidad Distrital de Santa María del Mar* - Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619729-em-110-confort-termico-y-luminico-con-eficiencia-energetica>
- Plataforma del Estado Peruano. (2023). *Resolución Ministerial N.º 091-2002-EM/VME - Normas y documentos legales - Ministerio de Energía y Minas* - Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/4778829-091-%202002-%20em-vme>
- REPLICA. (2022). *Novedades de Autodesk Revit 2024* Recuperado el 25 de octubre de 2025, de <https://replica.com.pe/2023/06/14/novedades-de-autodesk-revit-2024/>
- Takim, R., Harris, M., y Nawawi, A. H. (2013). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Quality of Life Within Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101, 23–32. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.07.175>
- van Nederveen, G. A., y Tolman, F. P. (1992). Modelling multiple views on buildings. *Automation in Construction*, 1(3), 215–224. [https://doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](https://doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Es eficiente la aplicación de la metodología BIM, en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la institución educativa N° 51045 Velasco Astete, en el marco de la PRONEID?	Aplicar la metodología BIM, en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la institución educativa N° 51045 Velasco Astete en el marco normativo del PRONIED.	La aplicación la metodología BIM, en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores para la institución educativa N° 51045 Velasco Astete en el marco normativo del PRONIED de forma exitosa.	Independiente Metodología BIM • Concepto 1D • Vectorizado 2D • Modelado 3D • Planificación 4D • Costes 5D	• Modelado eléctrico BIM • Optimización en la detección de colisiones eléctricas • Uso de herramientas BIM específicas para instalaciones eléctricas	• Diseño no experimental, estudio de caso en la I.E. Velasco Astete. • Técnica: Simulación con metodología BIM.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS			
¿Es correcta la Aplicación de la metodología BIM, para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete?	Aplicar la metodología BIM, para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete.	Se logro aplicar de manera correcta la metodología BIM en el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete de forma exitosa.	• Sostenibilidad energética 6D • Gestión de operaciones 7 D	• Generación automática de documentación técnica • Cómputo y materiales eléctricos	• Instrumentos: Revisión de modelado en Revit, detención de choques en Navisworks.
¿Es correcta la aplicación del software REVIT, para la elaboración de diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete?	Diseñar las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete aplicando el software REVIT.	El diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete aplicando	Dependientes Instalaciones eléctricas interiores • Tableros de distribución	• Precisión en la distribución de equipos y circuitos eléctricos • Optimización de	

¿Es conveniente la elaboración de una guía metodológica para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete según el PRONIED?	Elaborar una guía metodológica para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete en el marco normativo del PRONIED.	REVIT se realizó de forma exitosa. La guía metodológica para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores de la I.E. Velasco Astete fue elaborada exitosamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Red de iluminación • Red de alumbrado • Circuito de tomacorrientes 	<ul style="list-style-type: none"> • carga eléctrica • Reducción del tiempo en el diseño eléctrico • Cumplimiento de normativas eléctricas • Optimización del cableado y trayectoria eléctrica
---	---	--	---	--

Matriz de operacionalización de variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Aplicación de la Metodología BIM	La aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el diseño eléctrico consiste en aplicar herramientas y procesos digitales para modelar, coordinar y gestionar de manera precisa las instalaciones eléctricas interiores, permitiendo optimización y eficiencia.	Se refiere al uso de herramientas y procesos BIM para el diseño, modelado, coordinación y documentación de las instalaciones eléctricas interiores. Es la evaluación del diseño eléctrico en términos de Precisión de ubicación, balance de carga, optimización de recursos y cumplimiento de normas técnicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de detalle del modelo BIM (LOD 100,200,300,400,500) • Detección de colisiones eléctricas • Optimización del diseño eléctrico • Automatización de documentación técnica • Cómputos y materiales eléctricos. • Precisión en la distribución eléctrica. • Balance de cargas eléctricas • Reducción de interferencias eléctricas • Cumplimiento de normativas eléctricas • Optimización del cableado eléctrico • Tiempo de diseño y documentación • Nivel de documentación técnica generada 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de desarrollo alcanzado en el diseño eléctrico • Numero. de interferencias con otras diciplinas. • Tiempo intervenido en la elaboración del modelo. • Porcentaje de planos generador automáticamente. • Generación de cantidades y longitudes precisas. • Numero de errores en la ubicación de equipos eléctricos. • Desbalance de cargas entre circuitos (%). • Cantidad de conflictos detectados y corregidos. • Nivel de cumplimiento de normativas (CNE, PRONIED). • Longitud total del cableado (reducción de desperdicios). • Tiempo requerido para generar el diseño completo. • Cantidad de planos y esquemas eléctricos completos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del modelado eléctrico en Revit (LOD) • Reporte de Clash detección en Navisworks • Cronograma de actividades BIM • Comparación de documentación manual y BIM. • Reporte de materiales extraído del modelo • Auditoría técnica del modelo en Revit. • Análisis de cálculos eléctricos (Revit). • Reporte de interferencias. • Lista de verificación técnica. • Reporte de cómputo de materiales en BIM. • Cronograma y registro de actividades. • Comparación de
Diseño de las Instalaciones eléctricas interiores	La calidad del diseño eléctrico se define como la precisión, optimización y eficiencia con la que se distribuyen, documentan y planifican las instalaciones eléctricas interiores, garantizando el cumplimiento de				

normativas técnicas y
minimización de errores.

documentos y
generación en BIM

ANEXO 2
ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Anexo 4 Demanda de los alumnos

I. POBLACION REFERENCIAL

Para la determinación de la población de referencia delimitaremos el área de influencia del proyecto, por lo tanto, determinaremos el lugar de procedencia del alumnado de la I.E. Velasco.

POBLACION DE REFERENCIA			
LOCALIDAD	2007	2017	T.C.
Wanchaq	59,134	61,468	0.39%
San Sebastian	74,712	120,064	4.86%
Santiago	83,721	100,125	1.81%

Fuente: INEI - CPV 2007-2017

LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA I.E. VELASCO ASTETE, NIVEL PRIMARIO

Provincia	Distritos de procedencia	Total de alumnos	Representación porcentual	Distancia promedio recomendado (km)	Tiempo de viaje/mín.	Medio de transporte utilizado
Cusco	Wanchaq	109	44.7%	0.5 a 1	15 a 20	PIE
	San Sebastian	81	33.2%	1 a 1.5	20-30	BUS, PIE
	Santiago	54	22.1%	1 a 1.5	20-30	BUS
TOTAL		244	100.0%			

Fuente: Relacion de procedencia I.E. Velasco recopilado del estudio de preinversion con CUI N° 2223258 - 2019

LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA I.E. VELASCO ASTETE, NIVEL SECUNDARIA

Provincia	Distritos de procedencia	Total de alumnos	Representación porcentual	Distancia promedio recomendado (km)	Tiempo de viaje/mín.	Medio de transporte utilizado
Cusco	Wanchaq	72	47.4%	0.5 a 1	15 a 20	PIE
	San Sebastian	47	30.9%	1 a 1.5	20-30	BUS, PIE
	Santiago	33	21.7%	1 a 1.5	20-30	BUS
TOTAL		152	100.0%			

Fuente: Relacion de procedencia I.E. Velasco recopilado del estudio de preinversion con CUI N° 2223258 - 2019

PROYECCION DE LA POBLACION REFERENCIAL DEL AREA DE INFLUENCIA

NIVEL PRIMARIO

LOCALIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wanchaq	27,353	27,459	27,566	27,672	27,780	27,888	27,996	28,104	28,213	28,323	28,433	28,543	28,654	28,765	28,876	28,988	29,101
San Sebastian	38,011	39,857	41,794	43,824	45,953	48,186	50,527	52,981	55,555	58,254	61,084	64,052	67,163	70,426	73,848	77,435	81,197
Santiago	21,766	22,159	22,559	22,966	23,381	23,803	24,233	24,670	25,116	25,569	26,031	26,501	26,979	27,466	27,962	28,467	28,981

Fuente: Elaboracion Equipo Tecnico, en base informacion INEI Censos 2007 y 2017 y area de influencia pi CUI N° 2223258

NIVEL SECUNDARIO

LOCALIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wanchaq	29,004	29,116	29,229	29,343	29,457	29,571	29,685	29,801	29,916	30,032	30,149	30,266	30,383	30,501	30,619	30,738	30,857
San Sebastian	35,405	37,125	38,929	40,820	42,803	44,882	47,063	49,349	51,747	54,261	56,897	59,661	62,559	65,599	68,785	72,127	75,631
Santiago	21,352	21,738	22,130	22,530	22,936	23,350	23,772	24,201	24,638	25,083	25,536	25,997	26,466	26,944	27,430	27,926	28,430

Fuente: Elaboracion Equipo Tecnico, en base informacion INEI Censos 2007 y 2017 y area de influencia pi CUI N° 2223258

POBLACION REFERENCIAL DEL AREA DE INFLUENCIA SEGÚN LUGAR DE PROCEDENCIA DE EDADES 06 A 16 AÑOS

En el siguiente cuadro se realiza el calculo de la poblacion referencial según el lugar de procedencia por edades de 06 a 16 años correspondeientes a poblacion para el nivel primario y secundario

Categoría	DATA CALCULO							Horizonte de Evaluación											
								0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2007	2016	2017	T.C	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wanchaq				0.39%															
06 años	876	820	814	-0.73%	808	802	796	790	785	779	773	768	762	756	751	745	740	735	729
07 años	875	863	862	-0.15%	861	859	858	857	856	854	853	852	850	849	848	847	845	844	843
08 años	930	892	888	-0.46%	884	880	876	872	868	864	860	856	852	848	844	840	836	832	829
09 años	990	832	816	-1.91%	800	785	770	755	741	727	713	699	686	673	660	647	635	623	611
10 años	931	835	825	-1.20%	815	805	796	786	777	767	758	749	740	731	722	714	705	697	688
11 años	988	812	795	-2.15%	778	761	745	729	713	698	683	668	654	640	626	612	599	586	574
Total primaria	5,590	5,055	5,000		4,946	4,893	4,841	4,789	4,739	4,689	4,640	4,591	4,544	4,497	4,451	4,405	4,361	4,317	4,273
12 años	929	800	787	-1.65%	774	761	749	736	724	712	701	689	678	667	656	645	634	624	614
13 años	968	868	858	-1.20%	848	838	828	818	808	798	789	779	770	761	751	742	733	725	716
14 años	1,013	831	813	-2.18%	795	778	761	745	728	712	697	682	667	652	638	624	611	598	585
15 años	1,161	892	866	-2.89%	841	817	793	770	748	726	705	685	665	646	627	609	592	574	558
16 años	1,230	1,027	1,007	-1.98%	987	968	948	930	911	893	875	858	841	824	808	792	776	761	746
Total Secundaria	5,301	4,419	4,331		4,245	4,161	4,079	3,998	3,920	3,842	3,767	3,693	3,621	3,550	3,481	3,413	3,347	3,282	3,218
San Sebastian				4.9%															
06 años	1,350	1,885	1,956	3.78%	2,030	2,107	2,186	2,269	2,354	2,443	2,536	2,631	2,731	2,834	2,941	3,052	3,167	3,287	3,411
07 años	1,537	1,977	2,033	2.84%	2,091	2,150	2,211	2,274	2,338	2,404	2,473	2,543	2,615	2,689	2,765	2,844	2,924	3,007	3,093
08 años	1,498	1,951	2,009	2.98%	2,069	2,130	2,194	2,259	2,327	2,396	2,467	2,541	2,616	2,694	2,775	2,857	2,942	3,030	3,120
09 años	1,495	1,883	1,932	2.60%	1,982	2,034	2,086	2,141	2,196	2,253	2,312	2,372	2,434	2,497	2,562	2,628	2,696	2,766	2,838
10 años	1,475	1,746	1,779	1.89%	1,813	1,847	1,882	1,917	1,954	1,991	2,028	2,067	2,106	2,146	2,186	2,228	2,270	2,313	2,356
11 años	1,513	1,838	1,878	2.18%	1,919	1,961	2,004	2,048	2,092	2,138	2,185	2,232	2,281	2,331	2,382	2,434	2,487	2,542	2,597
Total primaria	8,868	11,280	11,587		11,903	12,229	12,563	12,907	13,261	13,626	14,000	14,386	14,783	15,191	15,611	16,043	16,488	16,945	17,416
12 años	1,621	1,882	1,913	1.67%	1,945	1,977	2,010	2,044	2,078	2,113	2,148	2,184	2,221	2,258	2,295	2,334	2,373	2,412	2,453
13 años	1,606	1,901	1,937	1.89%	1,974	2,011	2,049	2,088	2,127	2,168	2,209	2,250	2,293	2,336	2,380	2,425	2,471	2,518	2,566
14 años	1,668	1,930	1,961	1.63%	1,993	2,026	2,059	2,092	2,126	2,161	2,196	2,232	2,268	2,305	2,343	2,381	2,420	2,460	2,500
15 años	1,712	1,898	1,920	1.15%	1,942	1,965	1,987	2,010	2,033	2,057	2,080	2,104	2,129	2,153	2,178	2,203	2,229	2,254	2,280
16 años	1,627	2,088	2,147	2.81%	2,207	2,269	2,333	2,399	2,466	2,536	2,607	2,680	2,756	2,833	2,913	2,995	3,079	3,166	3,255
Total Secundaria	8,234	9,699	9,878		10,061	10,248	10,438	10,633	10,831	11,034	11,240	11,451	11,666	11,886	12,110	12,338	12,572	12,810	13,053

Santiago				1.81%															
06 años	1,617	1,628	1,629	0.07%	1,630	1,631	1,633	1,634	1,635	1,636	1,637	1,639	1,640	1,641	1,642	1,644	1,645	1,646	1,647
07 años	1,790	1,713	1,705	-0.49%	1,697	1,688	1,680	1,672	1,664	1,656	1,648	1,640	1,632	1,624	1,616	1,608	1,601	1,593	1,585
08 años	1,761	1,625	1,611	-0.89%	1,597	1,583	1,569	1,555	1,541	1,527	1,514	1,500	1,487	1,474	1,461	1,448	1,435	1,422	1,410
09 años	1,736	1,651	1,642	-0.56%	1,633	1,624	1,615	1,606	1,597	1,588	1,579	1,570	1,562	1,553	1,544	1,536	1,527	1,519	1,510
10 años	1,787	1,695	1,685	-0.59%	1,675	1,665	1,656	1,646	1,636	1,627	1,617	1,608	1,598	1,589	1,580	1,570	1,561	1,552	1,543
11 años	1,664	1,871	1,895	1.31%	1,920	1,945	1,970	1,996	2,022	2,049	2,076	2,103	2,130	2,158	2,186	2,215	2,244	2,273	2,303
Total primaria	10,355	10,183	10,167		10,151	10,137	10,122	10,108	10,095	10,083	10,071	10,060	10,049	10,039	10,029	10,021	10,012	10,005	9,998
12 años	1,858	1,651	1,629	-1.31%	1,608	1,587	1,566	1,546	1,525	1,505	1,486	1,466	1,447	1,428	1,410	1,391	1,373	1,355	1,337
13 años	1,815	1,716	1,705	-0.62%	1,694	1,684	1,673	1,663	1,653	1,642	1,632	1,622	1,612	1,602	1,592	1,582	1,572	1,562	1,552
14 años	1,795	1,629	1,611	-1.08%	1,594	1,577	1,560	1,543	1,526	1,510	1,494	1,477	1,462	1,446	1,430	1,415	1,400	1,385	1,370
15 años	1,905	1,667	1,642	-1.47%	1,618	1,594	1,570	1,547	1,524	1,502	1,480	1,458	1,436	1,415	1,394	1,374	1,354	1,334	1,314
16 años	1,721	1,689	1,685	-0.21%	1,681	1,678	1,674	1,671	1,667	1,664	1,660	1,657	1,653	1,650	1,646	1,643	1,639	1,636	1,632
Total Secundaria	9,094	8,350	8,272		8,195	8,119	8,044	7,969	7,896	7,823	7,751	7,680	7,610	7,541	7,472	7,404	7,338	7,271	7,206

Fuente: Elaboracion Equipo Tecnico, en base informacion INEI Censos 2007 y 2017 y area de influencia pi CUI N° 2223258

POBLACION REFERENCIAL DEL AREA DE INFLUENCIA SEGÚN LUGAR Y PARTICIPACION PORCENTUAL DE PROCEDENCIA DE EDADES 06 A 16 AÑOS

En el siguiente cuadro se realiza el cálculo de la población referencial según el lugar y participación porcentual del lugar de procedencia por edades de 06 a 16 años correspondientes a población para el nivel primario y secundario. Así mismo, para la proyección de población se utiliza para el distrito de Wanchaq la tasa de crecimiento intercensal de 0.39% en vista que la tasa de crecimiento de la población en edades de 06 a 16 años son negativas, para el distrito de Santiago se considera la tasa de crecimiento intercensal de 1.81% solo para las edades donde la tasa de crecimiento es negativa.

Categoría	DATA CALCULO							Horizonte de Evaluación											
	2007	2016	2017	T.C	2018	2019	2020	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032							
Wanchaq				0.39%															
06 años	350	362	364	0.39%	365	366	368	369	371	372	374	375	377	378	379	381	382	384	385
07 años	370	384	385	0.39%	387	388	390	391	393	394	396	397	399	400	402	403	405	407	408
08 años	382	395	397	0.39%	398	400	401	403	404	406	408	409	411	412	414	416	417	419	420
09 años	351	363	365	0.39%	366	367	369	370	372	373	375	376	377	379	380	382	383	385	386
10 años	355	367	369	0.39%	370	371	373	374	376	377	379	380	382	383	385	386	388	389	391
11 años	342	354	355	0.39%	357	358	359	361	362	363	365	366	368	369	371	372	373	375	376
Total primaria	2,149	2,225	2,234		2,242	2,251	2,260	2,268	2,277	2,286	2,295	2,304	2,313	2,322	2,331	2,340	2,349	2,358	2,367
12 años	359	371	373	0.39%	374	376	377	379	380	382	383	385	386	388	389	391	392	394	395
13 años	391	405	406	0.39%	408	410	411	413	414	416	418	419	421	422	424	426	427	429	431
14 años	370	384	385	0.39%	387	388	390	391	393	394	396	397	399	400	402	403	405	407	408
15 años	395	409	410	0.39%	412	413	415	417	418	420	421	423	425	426	428	430	431	433	435
16 años	459	475	477	0.39%	479	481	483	484	486	488	490	492	494	496	498	500	502	504	506
Total Secundaria	1,974	2,044	2,052		2,059	2,067	2,075	2,084	2,092	2,100	2,108	2,116	2,124	2,132	2,141	2,149	2,157	2,166	2,174
San Sebastian				1.86%															
06 años	448	626	649	3.78%	674	699	726	753	782	811	842	874	907	941	976	1,013	1,052	1,091	1,132
07 años	510	656	675	2.84%	694	714	734	755	776	798	821	844	868	893	918	944	971	998	1,027
08 años	497	648	667	2.98%	687	707	728	750	772	795	819	843	869	894	921	948	977	1,006	1,036
09 años	496	625	641	2.60%	658	675	693	711	729	748	767	787	808	829	850	872	896	918	942
10 años	490	580	591	1.89%	602	613	625	637	649	661	673	686	699	712	726	739	753	768	782
11 años	502	610	623	2.18%	637	651	665	680	695	710	725	741	757	774	791	808	826	844	862
Total primaria	2,944	3,744	3,847		3,951	4,059	4,171	4,285	4,402	4,523	4,648	4,776	4,907	5,043	5,182	5,326	5,473	5,625	5,782
12 años	501	582	592	1.67%	601	611	622	632	643	653	664	675	687	698	710	722	734	746	758
13 años	497	588	599	1.89%	610	622	634	646	658	670	683	696	709	722	736	750	764	779	793
14 años	516	597	606	1.63%	616	626	637	647	657	668	679	690	701	713	725	736	748	761	773
15 años	529	587	594	1.15%	601	607	614	622	629	636	643	651	658	666	673	681	689	697	705
16 años	503	646	664	2.81%	683	702	721	742	763	784	806	829	852	876	901	926	952	979	1,006
Total Secundaria	2,546	2,999	3,054		3,111	3,169	3,228	3,288	3,349	3,412	3,476	3,541	3,607	3,675	3,744	3,815	3,887	3,961	4,036
Santiago				1.81%															

Santiago				1.81%															
06 años	358	380	381	0.07%	361	361	361	362	362	362	362	363	363	363	363	364	364	364	365
07 años	316	371	377	1.81%	384	391	398	405	413	420	428	435	443	451	459	468	476	485	494
08 años	298	350	357	1.81%	363	370	376	383	390	397	404	411	419	426	434	442	450	458	466
09 años	304	357	363	1.81%	370	377	383	390	397	405	412	419	427	435	442	450	459	467	475
10 años	312	366	373	1.81%	380	386	393	401	408	415	423	430	438	446	454	462	471	479	488
11 años	368	414	419	1.31%	425	430	436	442	448	453	459	465	471	478	484	490	497	503	510
Total primaria	1,955	2,218	2,250		2,282	2,315	2,349	2,383	2,417	2,452	2,488	2,524	2,561	2,599	2,637	2,676	2,716	2,756	2,797
12 años	296	347	354	1.81%	360	367	373	380	387	394	401	408	415	423	431	438	446	454	463
13 años	310	364	370	1.81%	377	384	391	398	405	412	420	427	435	443	451	459	467	476	484
14 años	292	344	350	1.81%	356	362	369	376	382	389	396	404	411	418	426	434	441	449	457
15 años	298	350	356	1.81%	363	369	376	383	390	397	404	411	419	426	434	442	450	458	466
16 años	306	359	366	1.81%	372	379	386	393	400	407	415	422	430	438	445	453	462	470	478
Total Secundaria	1,502	1,764	1,796		1,828	1,861	1,895	1,929	1,964	1,999	2,036	2,072	2,110	2,148	2,187	2,226	2,266	2,307	2,349

Fuente: Elaboración Equipo Técnico, en base información INEI Censos 2007 y 2017 y área de influencia al CUI N° 222325A

II. POBLACION DEMANDANTE DEL SERVICIO DEL AREA DE INFLUENCIA

La población demandante referencial del área de influencia corresponde a la sumatoria de la población por edades de 06 a 16 años de cada lugar de procedencia que influye en el proyecto.

Categoría	DATA CALCULO							Horizonte de Evaluación											
	2007	2016	2017	T.C	2018	2019	2020	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032							
06 años	1156	1348	1373		1400	1427	1455	1484	1514	1545	1578	1611	1646	1682	1719	1758	1798	1839	1882
07 años	1196	1411	1437		1465	1493	1522	1551	1581	1612	1644	1677	1710	1744	1779	1815	1852	1890	1928
08 años	1177	1393	1420		1448	1477	1506	1536	1567	1598	1631	1664	1698	1733	1769	1806	1844	1883	1923
09 años	1161	1345	1369		1394	1419	1445	1471	1498	1526	1554	1583	1612	1642	1673	1705	1737	1770	1804
10 años	1156	1313	1332		1351	1371	1391	1411	1432	1453	1475	1497	1519	1541	1564	1588	1612	1636	1661
11 años	1212	1378	1398		1418	1439	1461	1482	1504	1527	1549	1573	1596	1621	1645	1670	1696	1722	1748
Total primaria	7048	8188	8330		8476	8626	8779	8936	9097	9262	9431	9604	9782	9964	10150	10342	10538	10739	10946
12 años	1156	1301	1318		1336	1354	1372	1391	1409	1429	1448	1468	1488	1509	1529	1550	1572	1594	1616
13 años	1197	1356	1376		1395	1415	1435	1456	1477	1498	1520	1542	1565	1588	1611	1635	1659	1683	1708
14 años	1179	1324	1341		1359	1377	1395	1414	1433	1452	1471	1491	1511	1531	1552	1573	1595	1616	1639
15 años	1222	1348	1360		1375	1390	1406	1421	1437	1453	1469	1485	1502	1519	1536	1553	1570	1588	1606
16 años	1268	1480	1507		1534	1562	1590	1619	1649	1680	1711	1743	1776	1809	1844	1879	1915	1952	1990
Total Secundaria	6021	6807	6902		6999	7098	7198	7300	7405	7511	7619	7729	7841	7955	8072	8190	8311	8434	8559

Fuente: Elaboración Equipo Técnico, en base información INEI Censos 2007 y 2017 y área de influencia al CUI N° 222325B

III. POBLACION DEMANDANTE POTENCIAL

Segmento de la población de referencia afectada por el problema que será intervenido por el proyecto. Corresponde al grupo etario que normativamente debe asistir al nivel o niveles educativos que brinde la institución educativa a ser atendida.

Se considera a la población en edades de 06 a 011 años para el nivel primario y de 12 a 16 años para el nivel secundario.

Población demandante potencial

Categoría	DATA CALCULO							Horizonte de Evaluación											
	2007	2016	2017	T.C	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
06 años	1156	1348	1373		1,400	1,427	1,455	1,484	1,514	1,545	1,578	1,611	1,646	1,682	1,719	1,758	1,798	1,839	1,882
07 años	1196	1411	1437		1,465	1,493	1,522	1,551	1,581	1,612	1,644	1,677	1,710	1,744	1,779	1,815	1,852	1,890	1,928
08 años	1177	1393	1420		1,448	1,477	1,506	1,536	1,567	1,598	1,631	1,664	1,698	1,733	1,769	1,806	1,844	1,883	1,923
09 años	1151	1345	1369		1,394	1,419	1,445	1,471	1,498	1,526	1,554	1,583	1,612	1,642	1,673	1,705	1,737	1,770	1,804
10 años	1156	1313	1332		1,351	1,371	1,391	1,411	1,432	1,453	1,475	1,497	1,519	1,541	1,564	1,588	1,612	1,636	1,661
11 años	1212	1378	1398		1,418	1,439	1,461	1,482	1,504	1,527	1,549	1,573	1,596	1,621	1,645	1,670	1,696	1,722	1,748
12 años	1156	1301	1318		1,336	1,354	1,372	1,391	1,409	1,429	1,448	1,468	1,488	1,509	1,529	1,550	1,572	1,594	1,616
13 años	1197	1356	1376		1,395	1,415	1,435	1,456	1,477	1,498	1,520	1,542	1,565	1,588	1,611	1,635	1,659	1,683	1,708
14 años	1179	1324	1341		1,359	1,377	1,395	1,414	1,433	1,452	1,471	1,491	1,511	1,531	1,552	1,573	1,595	1,616	1,639
15 años	1222	1346	1360		1,375	1,390	1,406	1,421	1,437	1,453	1,469	1,485	1,502	1,519	1,536	1,553	1,570	1,588	1,606
16 años	1268	1480	1507		1,534	1,562	1,590	1,619	1,649	1,680	1,711	1,743	1,776	1,809	1,844	1,879	1,915	1,952	1,990
Total	13,069	14,994	15,232		15,475	15,723	15,977	16,236	16,502	16,773	17,050	17,333	17,623	17,919	18,222	18,532	18,849	19,173	19,505

Fuente: Elaboración Equipo Técnico, en base información INEI Censos 2007 y 2017 y área de influencia pi CUI N° 2223258

IV. POBLACION DEMANDANTE EFECTIVA

Es el segmento de la población demandante potencial que busca el bien o servicio para dar solución al problema que padece.

IV.1. DEMANDA EFECTIVA SIN PROYECTO

Demanda en la que se consideran las tendencias sin la intervención del proyecto.

Para la determinación se considera información del portal ESCALE de los últimos 5 años 2016-2020

Nivel	Grado	Matrícula 2016-2020				
		1	2	3	4	5
		2016	2017	2018	2019	2020
Primaria	1° Grado	24	37	30	58	34
	2° Grado	30	28	43	34	65
	3° Grado	27	35	32	47	34
	4° Grado	45	32	29	32	48
	5° Grado	18	40	30	28	36
	6° Grado	36	22	37	31	30
	Total	180	194	201	230	247
Secundaria	1° Grado	33	30	32	27	34
	2° Grado	28	32	30	32	27
	3° Grado	28	27	29	30	32
	4° Grado	27	25	30	27	21
	5° Grado	27	21	29	24	27
	Total	143	135	150	140	141

Fuente: ESCALE 2021 I.E. 51045 V

Para la determinación de la población demandante sin proyecto utilizamos la metodología de proporciones y casaca sugerida por el PRONIED

Aplicación de la metodología de proporciones

NIVEL PRIMARIA

1° Grado						
Ítem	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
06 años	1,348	1,373	1,400	1,427	1,455	1,401
1° Grado	24	37	30	58	34	37
Propor. Matriculados	0.018	0.027	0.021	0.041	0.023	0.026

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

2° Grado						
Ítem	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
1° Grado	24	37	30	58	34	37
2° Grado	30	28	43	34	65	40
Propor. Matriculados		1.167	1.162	1.133	1.121	1.146

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

3° Grado						
Ítem	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
2° Grado	30	28	43	34	65	40
3° Grado	27	35	32	47	34	35
Propor. Matriculados		1.167	1.143	1.093	1.000	1.101

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

4° Grado						
Ítem	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
3° Grado	27	35	32	47	34	35
4° Grado	45	32	29	32	48	37
Propor. Matriculados		1.185	0.829	1.000	1.021	1.009

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

5° Grado						
Ítem	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
4° Grado	45	32	29	32	48	37
5° Grado	18	40	30	28	36	30
Propor. Matriculados		0.889	0.938	0.966	1.125	0.979

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

6° Grado						
Ítem	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
5° Grado	18	40	30	28	36	30
6° Grado	36	22	37	31	30	31
Propor. Matriculados		1.222	0.925	1.033	1.071	1.063

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

NIVEL SECUNDARIA

1° Grado						
Items	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
12 años	1301	1318	1336	1354	1372	1,336
1° Grado	33	30	32	27	34	31
Propor. Matriculados	0.025	0.023	0.024	0.020	0.025	0.023

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

2° Grado						
Items	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
1° Grado	33	30	32	27	34	31
2° Grado	28	32	30	32	27	30
Propor. Matriculados		0.970	1.000	1.000	1.000	0.992

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

3° Grado						
Items	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
2° Grado	28	32	30	32	27	30
3° Grado	28	27	29	30	32	29
Propor. Matriculados		0.964	0.906	1.000	1.000	0.968

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

4° Grado						
Items	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
3° Grado	28	27	29	30	32	29
4° Grado	27	25	30	27	21	26
Propor. Matriculados		0.893	1.111	0.931	0.700	0.909

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

5° Grado						
Items	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
4° Grado	27	25	30	27	21	26
5° Grado	27	21	29	24	27	26
Propor. Matriculados		0.778	1.160	0.800	1.000	0.934

Fuente: INEI 2007 y 2017- Escala 2021 - Elaboración Equipo técnico 2021

Aplicación de la metodología de la cascada

Matriz de las proporciones por Nivel y años proyectados																		
Nivel	Grado	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Primaria	1° Grado	0.018	0.027	0.021	0.041	0.023	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
	2° Grado	0.000	1.167	1.162	1.133	1.121	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146
	3° Grado	0.000	1.167	1.143	1.093	1.000	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101
	4° Grado	0.000	1.185	0.829	1.000	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021
	5° Grado	0.000	0.889	0.938	0.966	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
	6° Grado	0.000	1.222	0.925	1.033	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071
Secundaria	1° Grado	0.025	0.023	0.024	0.020	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	2° Grado	0.000	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	3° Grado	0.000	0.964	0.906	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	4° Grado	0.000	0.893	1.111	0.931	0.700	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909
	5° Grado	0.000	0.778	1.160	0.800	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	6° Grado	0.000	0.778	1.160	0.800	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021

DEMANDA EFECTIVA SIN PROYECTO

Para las proyecciones durante el horizonte de evaluación (años 2021-2032):

- 1ER GRADO DE PRIMARIA: por cada año, se debe multiplicar la proporción obtenida (0.026) por la PDP de 6 años de dicho año.
- 2DO GRADO AL 6TO GRADO PRIMARIA: por cada año utilizar el método de la cascada.
- 1ER GRADO DE SECUNDARIA: por cada año, se debe multiplicar la proporción obtenida (0.025) por la PDP de 12 años de dicho año.
- 2DOGRADO AL 5TO GRADO SECUNDARIA: por cada año utilizar el método de la cascada.

Poblacion demandante efectiva sin proyecto																					
NIVEL	GRADO						Fase de Ejecucion.		Fase de funcionamiento												
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032			
Primaria	1° Grado	24	37	30	58	34	39	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49			
	2° Grado	30	28	43	34	65	39	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55			
	3° Grado	27	35	32	47	34	72	43	49	50	51	52	53	54	55	56	58	59			
	4° Grado	45	32	29	32	48	35	73	44	50	51	52	53	54	55	56	58	59			
	5° Grado	18	40	30	28	36	54	39	82	49	56	57	58	60	61	62	63	65			
	6° Grado	36	22	37	31	30	39	58	42	88	53	60	61	62	64	65	67	68			
	Total	180	194	201	230	247	276	297	302	324	299	312	318	325	332	339	347	355			
Secundaria	1° Grado	33	30	32	27	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40			
	2° Grado	28	32	30	32	27	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39			
	3° Grado	28	27	29	30	32	27	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39			
	4° Grado	27	25	30	27	21	29	25	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35			
	5° Grado	27	21	29	24	27	21	29	25	31	31	32	32	33	33	34	34	34			
	Total	143	135	150	140	141	146	157	160	168	171	173	175	178	180	183	185	188			

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021

IV.2. DEMANDA EFECTIVA CON PROYECTO

Demanda en la que sus tendencias se modifican como resultado de las acciones desarrolladas con el proyecto.

Aplicación de la metodología de proporciones

NIVEL PRIMARIA					
1° Grado Primaria	2016	2017	2018	2019	2020
MATRICULADOS	32	42	30	61	34
APROBADOS	29	34	30	58	33
DESAPROBADOS	0	0	0	0	0
RETIRADOS	3	3	0	0	0
TRASLADADOS	0	5	0	3	1

Fuente: Actas consolidadas de evaluación I.E. 51045 Velasco Astete

1° Grado Primaria	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
APROBADOS	90.6%	81.0%	100.0%	95.1%	97.1%	92.7%
DESAPROBADOS	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
RETIRADOS	9.4%	7.1%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%
TRASLADADOS	0.0%	11.9%	0.0%	4.9%	2.9%	4.0%
NO PROMOVIDOS						7.3%

Fuente: Actas consolidadas de evaluación I.E. 51045 Velasco Astete

PROPORCIÓN MATRICULA SIN PROYECTO	0.026
INCREMENTO DE MATRICULA	0.073
PROPORCIÓN DE MATRICULA CON PROYECTO	0.028

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021.

NIVEL SECUNDARIA					
MATRICULADOS	2016	2017	2018	2019	2020
MATRICULADOS	33	31	32	27	36
APROBADOS	29	29	32	26	33
DESAPROBADOS	0	1	0	0	0
RETIRADOS	2	1	0	0	0
TRASLADADOS	2	0	0	1	3

Fuente: Actas consolidadas de evaluación I.E. 51045 Velasco Astete

MATRICULADOS	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
APROBADOS	90.6%	69.0%	106.7%	42.6%	97.1%	81.2%
DESAPROBADOS	0.0%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
RETIRADOS	6.3%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%
TRASLADADOS	6.3%	0.0%	0.0%	1.6%	8.8%	3.3%
NO PROMOVIDOS						5.5%

Fuente: Actas consolidadas de evaluación I.E. 51045 Velasco Astete

PROPORCIÓN MATRICULA SIN PROYECTO	0.025
INCREMENTO DE MATRICULA	0.055
PROPORCIÓN DE MATRICULA CON PROYECTO	0.026

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021.

Aplicación de la metodología de la cascada

Matriz de las proporciones por Nivel y años proyectados																		
NIVEL	GRADO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Primaria	1° Grado	0.018	0.027	0.021	0.041	0.023	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
	2° Grado	0.000	1.167	1.162	1.133	1.121	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146
	3° Grado	0.000	1.167	1.143	1.093	1.000	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101
	4° Grado	0.000	1.185	0.829	1.000	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021
	5° Grado	0.000	0.889	0.938	0.966	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
	6° Grado	0.000	1.222	0.925	1.033	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071
Secundaria	1° Grado	0.025	0.023	0.024	0.020	0.025	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
	2° Grado	0.000	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	3° Grado	0.000	0.964	0.906	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	4° Grado	0.000	0.893	1.111	0.931	0.700	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909
	5° Grado	0.000	0.778	1.160	0.800	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021

DEMANDA EFECTIVA CON PROYECTO

Para las proyecciones durante el horizonte de evaluación (años 2021-2032):

- 1ER GRADO DE PRIMARIA: por cada año, se debe multiplicar la proporción obtenida (0.028) por la PDP de 6 años de dicho año.
- 2DO GRADO AL 6TO GRADO PRIMARIA: por cada año utilizar el método de la cascada.
- 1ER GRADO DE SECUNDARIA: por cada año, se debe multiplicar la proporción obtenida (0.026) por la PDP de 12 años de dicho año.
- 2DO GRADO AL 5TO GRADO SECUNDARIA: por cada año utilizar el método de la cascada.

Población demandante efectiva con proyecto																		
NIVEL	GRADO	Fase de Ejecución						Fase de funcionamiento										
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Primaria	1° Grado	24	37	30	58	34	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	53
	2° Grado	30	28	43	34	65	39	47	48	49	50	52	53	54	55	56	58	59
	3° Grado	27	35	32	47	34	72	43	52	53	54	56	57	58	59	61	62	63
	4° Grado	45	32	29	32	48	35	73	44	53	54	56	57	58	59	60	62	63
	5° Grado	18	40	30	28	36	64	39	82	49	60	61	63	64	65	67	68	70
	6° Grado	36	22	37	31	30	39	68	42	88	53	64	66	67	68	70	71	73
Total		180	194	201	230	247	279	303	312	338	317	334	341	349	356	364	372	380
Secundaria	1° Grado	33	30	32	27	34	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41	42	42
	2° Grado	28	32	30	32	27	34	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41	42
	3° Grado	28	27	29	30	32	27	34	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41
	4° Grado	27	25	30	27	21	29	25	31	33	34	34	34	35	36	36	36	37
	5° Grado	27	21	29	24	27	21	29	25	31	33	34	34	34	35	35	36	36
Total		143	135	150	140	141	147	161	166	176	180	183	185	188	190	193	196	198

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021

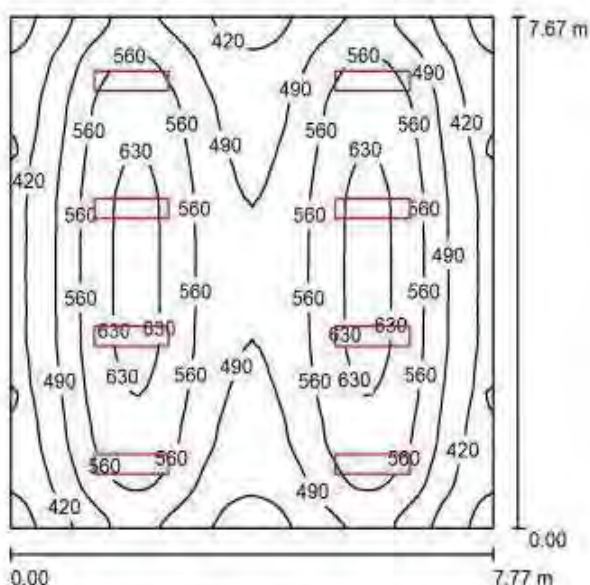
Demanda de aulas de IE 51045 Velasco													
NIVEL	EDAD/AÑOS	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Primaria	1° Grado	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2° Grado	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	3° Grado	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	4° Grado	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	5° Grado	2.00	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	6° Grado	1.00	2.00	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Total		8.00	9.00	10.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Secundaria	1° Grado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2° Grado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	3° Grado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	4° Grado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5° Grado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

Fuente: Elaboración Equipo técnico 2021

MAXIMA DEMANDA POR CIRCUITOS MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION PRIMARIA Y SECUNDARIA DE LA I.E. N 51045 VELASCO ASTETE, DISTRITO DE WANCHAO -CUSCO -CUSCO

CIRCUITOS ALUMBRADO - TOMACORRIENTES																											
TAB	CRC	POTENCIA										CORRIENTE										Protección					
		1x3W	1x29W	1x29W	1x12W	6T W	ALUMB (KW)	T. Doble	TD Fianza	C. M.	D. M.	DMT	1x(20)	1x(220)	1x total	1x total	TM	CIRCUITOS	LONG. (m)	Conductor (mm2)	Delta V (Volt.)	Delta V (%)	LONG. (m)	Conductor (mm2)	Delta V (Volt.)	Delta V (%)	Tubo PVC (mm)
TD -1	C1	Alumbrado	3	1			0.14				0.11		0.55	0.69				2x16	14.81	2.50	0.14	0.06					
	C2	Alumbrado	7	2	1	2	0.36				0.29		1.46	1.83	15.32			2x16	14.81	2.50	0.38	0.17					
	C3	Tomacorriente					11.00			3.30	1.85		8.33	16.42				2x20	20.90	4.00	1.90	0.87	17.03	16.00	1.80	0.82	65.00
	TD 1-1	TD 1-1									3.23																
	TD 1-2	TD 1-2									4.89																
TD -1-1	C1	Alumbrado	13	1			0.50				0.40		2.91	2.51				2x16	16.99	2.50	0.38	0.17					
	C2	Alumbrado	3		2		0.16				0.13		0.66	0.83	3.23			2x16	16.99	4.00	0.12	0.06	4.00	6.00	0.24	0.11	40.00
	C3	Tomacorriente					9.00			2.40	1.20		6.86	7.58				2x20	16.99	4.00	1.13	0.51					
	C4	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	16.99	4.00	1.41	0.64					
TD -1-1											0.80		3.23		9.43	11.79	3x32						4.00	6.00	0.24	0.11	40.00
TD -1-2	C1	Alumbrado	14	1			0.53				0.43		2.15	2.89				2x16	16.99	2.50	0.41	0.19					
	C2	Alumbrado	4				0.14				0.12		0.58	0.73	4.89			2x16	16.99	2.50	0.11	0.05	9.00	6.00	0.72	0.33	40.00
	C3	Tomacorriente					9.00			2.70	1.35		6.82	8.52				2x20	16.99	4.00	1.27	0.58					
	C4	FUERZA								3.00	3.00		15.15	18.94				3x25	6.00	6.00	0.86	0.30					
TD -1-2											0.80		4.89		14.28	17.85	3x40						8.00	6.00	0.72	0.33	40.00
TD -1-3	C1	Alumbrado	14	1			0.53				0.43		2.15	2.89				2x16	16.99	2.50	0.41	0.19					
	C2	Tomacorriente					7.00			2.10	1.05	1.93	5.30	6.83				2x20	16.99	4.00	0.99	0.45	12.00	6.00	0.45	0.19	40.00
	C3	Tomacorriente					3.00			0.90	0.45		2.27	2.84				2x20	16.99	4.00	0.42	0.19					
TD -1-3											0.80		1.93		5.62	7.03	3x32						12.00	8.00	0.43	0.19	40.00
TD -1												15.32			44.74	55.92	3x63						17.03	16.00	1.80	0.82	65.00
TD -2	C1	Alumbrado		14			0.41				0.32		1.64	2.05				2x16	14.81	2.50	0.43	0.19					
	C2	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C3	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C4	Tomacorriente					2.00			0.60	0.30	18.81	1.52	1.89				2x20	20.90	4.00	0.35	0.16	15.79	16.00	2.95	0.93	65.00
	C5	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	20.90	4.00	1.73	0.79					
	C6	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	20.90	4.00	1.73	0.79					
	TD 2-1	TD 2-1									4.70																
	TD 2-2	TD 2-2									5.21																
	TD 2-3	TD 2-3									4.36																
TD -3-1	C1	Alumbrado		14			0.41				0.32		1.64	2.05				2x16	14.81	2.50	0.43	0.19					
	C2	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C3	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C4	Tomacorriente					2.00			0.60	0.30	4.70	1.52	1.89				2x20	20.90	4.00	0.35	0.16	4.00	6.00	0.35	0.16	40.00
	C5	Tomacorriente					11.00			3.30	1.65		8.33	16.42				2x20	20.90	4.00	1.90	0.87					
	C6	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	20.90	4.00	1.73	0.79					
TD -3-1											0.80		4.70		13.71	17.14	3x32						4.00	6.00	0.35	0.16	40.00
TD -3-2	C1	Alumbrado		6			0.17				0.14		0.70	0.88				2x16	14.81	2.50	0.18	0.08					
	C2	Alumbrado					0.63				0.63		2.17	3.90				2x16	14.81	2.50	0.82	0.37					
	C3	Alumbrado					0.29				0.23		1.16	1.45				2x16	14.81	2.50	0.30	0.14					
	C4	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C5	Tomacorriente					2.00			0.60	0.30	5.21	1.52	1.89				2x20	20.90	4.00	0.35	0.16	9.00	6.00	0.77	0.35	40.00
	C6	Tomacorriente					13.00			3.90	1.95		8.85	12.31				2x20	20.90	4.00	2.25	1.02					
	C7	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	20.90	4.00	1.73	0.79					
TD -3-2											0.80		5.21		15.20	18.61	3x32						8.00	6.00	0.77	0.35	40.00
TD -3-3	C1	Alumbrado		6			0.17				0.14		0.70	0.88				2x16	14.81	2.50	0.18	0.08					
	C2	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C3	Alumbrado					0.50				0.46		2.33	2.91				2x16	14.81	2.50	0.60	0.27					
	C4	Tomacorriente					2.00			0.60	0.30	4.36	1.52	1.89				2x20	20.90	4.00	0.35	0.16	12.00	6.00	0.96	0.44	40.00
	C5	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	20.90	4.00	1.73	0.79					
	C6	Tomacorriente					10.00			3.00	1.50		7.58	9.47				2x20	20.90	4.00	1.73	0.79					
TD -3-3											0.80		4.36		12.73	15.91	3x32						12.00	8.00	0.96	0.44	40.00
TD -2												18.81			54.90	68.65	3x70						15.79	16.00	2.95	0.93	65.00
TD -3	C1	Alumbrado	4		2	3	0.34				0.19		0.95	1.19				2x16	14.81	2.50	0.25	0.11					
	C2	Alumbrado			3		0.09				0.07		0.35	0.44				2x16	14.81	2.50	0.09	0.04					
	C3	Alumbrado	3		2	2	0.19				0.15		0.76	0.95	5.99			2x16	14.81	2.50	0.20	0.09	33.68	10.00	1.80	0.88	65.00
	C4	Tomacorriente					7.00			2.10	1.05		5.30	6.83				2x20	20.90	4.00	1.21	0.55					
	TD 3-1	TD 3-1									1.22																
	TD 3-2	TD 3-2									1.21																
	TD 3-3	TD 3-3									1.20																

AULA 1 - 1RO, 2DO, 3RO Y 4TO NIVEL / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.632 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:99

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	519	330	653	0.635
Suelo	41	492	339	574	0.689
Techo	86	271	220	334	0.812
Paredes (4)	77	368	232	606	/

Plano útil:

Altura: 0.600 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq
Pared inferior
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-
22
Tran-
20
al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS RC132V W30L120 1 xLED36S/840 NOC (1.000)	3600	3600	36.0
Total:			28800	Total: 28800	288.0

Valor de eficiencia energética: $4.84 \text{ W/m}^2 = 0.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 59.54 m^2)

Anexo 7 Calculo de sistema de puesta a tierra

CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA: I.E.I. SAN BORJA

Electrodos Verticales o Jabalinas

a. Al nivel del Ancho

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \times \left[L n \left(\frac{4L}{a} \right) - 1 \right]$$

Donde:

- L: Longitud de la varilla de puesta a tierra (electrodos L = 2.4 Mts)
- a: Diámetro de la varilla de puesta a tierra $\phi=3/4" = 0.01905$ mts
- ρ : Resistividad en ohmos-metro para tipos de terreno, la resistividad del terreno

I.E. 50185	150 Ohm-m
------------	-----------

Nota: la resistencia de terreno es de acuerdo al estudio de Suelos de perfil estratográfico Tabla Nº1

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Con electrodo de 5/8" x 2.4 m.

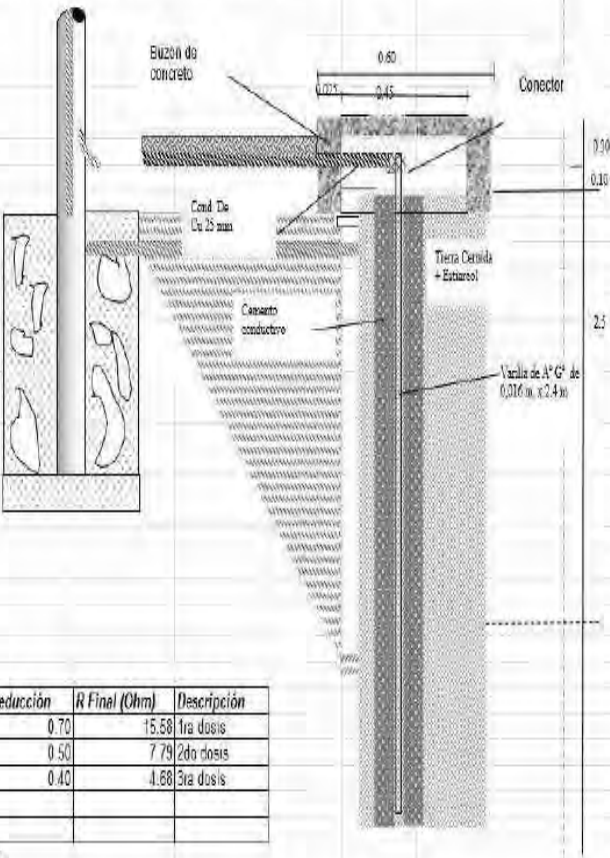
Terreno	(Ohm m)	R(O)/m)
I.E. 50185	150	51.96

* Para Sistema de Tension Normal

* Para Sistema de Tension Estabilizada

R Inicial (Ohm)	% Reducción	R Final (Ohm)	Descripción
51.96	0.70	15.58	1ra dosis
15.58	0.50	7.79	2da dosis
7.79	0.40	4.68	3ra dosis

Fuente Catálogo de THOMSON



Estos dos últimos resultados R(Ohms) de las resistencias de puesta a tierra están dentro de lo permisible para este tipo de línea según el C.N.E. SUMINISTRO.

Anexo 8 Sustento de deterioro de infraestructura de la I.E.



PERÚ

Ministerio de Cultura

Unidad Ejecutiva de
Patrimonio Cultural
Nacional

Unidad Ejecutiva de
Patrimonio Cultural
Nacional

Proyecto Ejecutado por el
Municipio Distrital de Wanchaq
2019-2021
Calle 2da Ave.
Edificio: 2do y 3er piso
Fecha: 05/03/2021 10:15:00 AM

"Cambio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 100 años de Independencia"
"Por la Nueva Ley del Patrimonio Cultural de la Nación"

Cusco, 05 de Marzo del 2021

INFORME N° 000247-2021-AFPHI/MC

A : **CLAUDIA MIRANDA SOTOMAYOR**
SUB DIRECCIÓN DESCONCENTRADA DE PATRIMONIO CULTURAL Y DEFENSA DEL PATRIMONIO CULTURAL

De : **JANNET ERIKA BARCENA RAMIREZ**
AREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO HISTORICO INMUEBLE

Asunto : **SOLICITA INSPECCIÓN TÉCNICA PARA PROYECTO "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA Y SECUNDARIA DE LA I.E. N° 51045 VELASCO ASTETE, DISTRITO DE WANCHAQ - CUSCO -CUSCO" - RECIBO DE CAJA N° 19357..**

Referencia : a) PROVEIDO N°003718-2021-SDDPCDPC/MC
b) EXPEDIENTE N°2021-0016129.

Mediante el presente la saludo cordialmente y darle a conocer sobre la atención al documento b) de la referencia, mediante el cual el administrado Ing. Jorge L. Olazaval Rodríguez de la Gerencia de Infraestructura de la Municipalidad Distrital de Wanchaq, a través del cual solicita Inspección Técnica para el Proyecto de Inversión: *"Mejoramiento y Ampliación del Servicio Educativo del Nivel Primaria y secundaria de la I.E. N° 51045 Velasco Astete, Distrito De Wanchaq – Provincia de Cusco - Departamento de Cusco"*.

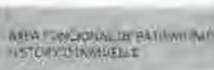
Al respecto, personal profesional a cargo de la atención del expediente, emitan el INFORME N° 000049-2021-AFPHI-CMV/MC, de cuyo contenido se desprende lo siguiente:

1. El local de la "I.E. N° 51045 Velasco Astete" ubicado en la Urb. Velasco Astete B-9, del distrito de Wanchaq, provincia y departamento de Cusco, donde se pretende plantear el P.I. "Mejoramiento y ampliación del Servicio Educativo del Nivel Primaria y Secundaria de la I.E. N° 51045 Velasco Astete, Distrito de Wanchaq – Provincia de Cusco – Departamento de Cusco", se encuentra emplazado **FUERA de la Zona Monumental de Cusco** y su ampliación expresamente declarados; se emplaza **FUERA del Área de Estructuración II: Área Circundante de Protección (AE-II)**, así mismo su emplazamiento se encuentra fuera de área expresamente declarada, sin embargo no se descarta la presencia de evidencia cultural subyacente.
2. Sobre la inspección técnica solicitada, esta tiene como objeto describir las características del inmueble y su relación con el patrimonio cultural, por lo tanto, hecha la inspección en compañía de la proyectista Arq. Ángela Velarde Orellana in situ, se verifica que el inmueble presenta área de forma regular, fachada orientada hacia la Calle sin nombre, observando al interior



**BICENTENARIO
PERÚ 2021**

Este es una copia impresa generada por el sistema de gestión de documentos y no tiene validez legal. Para más información consulte el sitio web del MCH: <http://www.mch.gob.pe> o al correo electrónico: atencion@chc.gob.pe



Creación: 05/03/2021 09:47:34
Modificado: 05/03/2021 09:47:34
Fecha: 05/03/2021 09:47:34

"Somos de la familia de la Construcción por la Luz y la Vida"
"Proyecto de Inversión en el Perú, 200 años de Independencia"
"Una buena idea es una buena idea que se realiza con pasión y compromiso"

Cusco, 05 de Marzo del 2021

INFORME N° 000049-2021-AFPHI-CMV/MC

A : JANNET ERIKA BARCENA RAMIREZ
AREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO HISTORICO INMUEBLE

De : CLENY DIANA MERCEDES MOREYRA VASQUEZ
RAYMUNDA AMALIA VALENCIA SOSA
AREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO HISTORICO INMUEBLE

Asunto : SOLICITA INSPECCIÓN TÉCNICA PARA PROYECTO
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO
EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA Y SECUNDARIA DE LA I.E.
N° 51045 VELASCO ASTETE, DISTRITO DE WANCHAQ -
CUSCO -CUSCO" - RECIBO DE CAJA N° 19357.

Referencia : PROVEIDO N° 000286-2021-AFPHI/MC (27FEB2021)

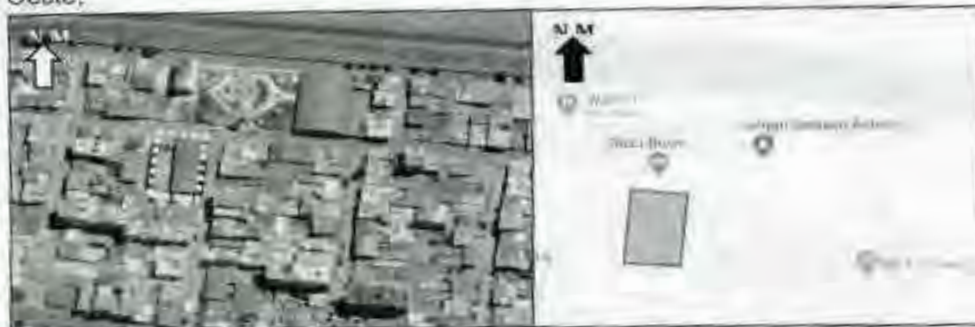
Previo un cordial saludo, nos dirigimos a Ud. para hacer de su conocimiento la atención al documento de la referencia, el cual contiene el Oficio N° 013-2021-GI-JOR-MDW/C suscrito por el Ing. Jorge L. Olazabal Rodríguez de la Gerencia de Infraestructura de la Municipalidad Distrital de Wanchaq, a través del cual solicita Inspección Técnica para el Proyecto de Inversión: "Mejoramiento y Ampliación del Servicio Educativo del Nivel Primaria y secundaria de la I.E. N° 51045 Velasco Astete, Distrito De Wanchaq - Provincia de Cusco - Departamento de Cusco", ingresado con Expediente N° 2021 - 016129, el mismo que contiene Proveído N° 000286-2021-AFPHI/MC con la indicación "Para su atención y recomendaciones Técnicas, en Concordancia con normatividad Pertinente", respecto a lo cual informamos lo siguiente:

1. DE LO SOLICITADO:

Sobre la inspección técnica solicitada, esta tiene como objeto describir las características del inmueble y su relación con el patrimonio cultural.

2. DE LA UBICACIÓN:

El local de la Institución Educativa N° 51045 Velasco Astete, se ubica en la Urbanización Velasco Astete B-9, en esquina formada por dos Calles sin nombre del distrito de Wanchaq, provincia y departamento de Cusco, con coordenadas geográficas referenciales de 13°32'13.79" Latitud Sur y 71°56'53.71" Longitud Oeste.



UBICACIÓN SATELITAL Y PLANIMETRICA DEL LOCAL DE LA I.E. 51045 -VELASCO ASTETE



Creación: 05/03/2021 09:47:34
Modificado: 05/03/2021 09:47:34
Fecha: 05/03/2021 09:47:34
BICENTENARIO
PERU 2021

Este documento es propiedad intelectual de la Municipalidad Distrital de Wanchaq, y no puede ser reproducido, distribuido, ni utilizado sin el consentimiento expreso de la Municipalidad Distrital de Wanchaq. Toda infracción de esta política será sancionada de acuerdo a la legislación vigente. Para más información, consulte el sitio web: <http://www.municipalidaddistritalwanchaq.gob.pe>

3. MARCO LEGAL:

- Artículo 21° de la Constitución Política del Perú del 1993.
- Ley N° 28296 "Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación" y su Reglamento.
- D.S. N° 001-2016-MC, Decreto supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 28296.
- Ley del Procedimiento Administrativo General Ley N°27444.
- Ley 27580 Ley que Dispone medidas de Protección que debe Aplicar el Instituto Nacional de Cultura para Ejecución de Obras en Bienes Culturales Inmuebles (05/12/2001).
- R.N.E. Norma A.140 Bienes Culturales Inmuebles y Zonas Monumentales.
- Ley N° 29090 "Ley de Regulación de habilitaciones urbanas y de edificaciones" y sus modificatorias.
- Reglamento de Intervenciones Arqueológicas D.S. 003-2014-MC.

4. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS:

Ninguno.

5. **CONDICION CULTURAL:**

El local de la "I.E. N° 51045 Velasco Astete" ubicado en la Urb. Velasco Astete B-9, del distrito de Wanchaq, provincia y departamento de Cusco, donde se pretende plantear el P.I. "Mejoramiento y ampliación del Servicio Educativo del Nivel Primaria y Secundaria de la I.E. N° 51045 Velasco Astete, Distrito de Wanchaq – Provincia de Cusco – Departamento de Cusco", se encuentra emplazado FUERA de la Zona Monumental de Cusco y su ampliación expresamente declarados.

Considerando la actualización del Plan Maestro del Centro Histórico de Cusco, el precitado Local de la "I.E. N° 51045 Velasco Astete" se emplaza FUERA del Área de Estructuración II: Área Circundante de Protección (AE-II), así mismo su emplazamiento se encuentra fuera de área expresamente declarada, sin embargo no se descarta la presencia de evidencia cultural subyacente.

6. INSPECCION TECNICA:

En fecha miércoles **03 de marzo del 2021** a horas 9:00 a.m. las suscritas nos constituimos en el referido inmueble, en donde realizamos la inspección en compañía de la proyectista Arq. Ángela Velarde Orellana, de lo cual se detalla lo siguiente:

- El predio presenta área de forma regular, la fachada principal está orientada hacia la Calle sin Nombre ubicada hacia el lado Este del predio.
- Al interior se ha observado la presencia de una edificación de dos niveles, orientada hacia la fachada, en sistema aporticado de concreto, carpintería mixta y cubierta de teja de arcilla cocida; con funciones de: aulas, servicios higiénicos y otros, con articulación vertical a través de una caja de escaleras ubicada hacia la esquina del predio.
- El inmueble presenta un área libre que presenta un sector con piso de losa de concreto y otro con cobertura vegetal (pasto). Cabe mencionar que hacia la losa de concreto donde se tiene instalada una estructura metálica que sirve de soporte del sistema de cobertura móvil de malla rashell. Hacia el fondo del predio, se observa una tribuna techada.



- Cabe mencionar que en la losa de concreto, hacia el lado izquierdo del predio, existe un bloque de un solo nivel edificado con estructura metálica, cerramiento con material prefabricado y cobertura de planchas termo acústicas. Este bloque alberga aulas de carácter provisional para cubrir la demanda estudiantil.
- Cabe mencionar que durante el desarrollo de la inspección técnica la profesional encargada ha manifestado que el proyecto contempla la demolición total y la ejecución de obra nueva.
- Así mismo, durante la inspección técnica en el predio, no se ha advertido la presencia de material cultural en superficie, sin embargo no se descarta la existencia de elementos subyacentes.

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO (03-03-2021):

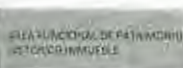


FOTO 1: VISTA DE FACHADA DE INMUEBLE HACIA CALLE SIN NOMBRE. FOTO 2: VISTA DE ÁREA DE ACCESO. FOTO 3, 4, 5 Y 6: VISTA DE INTERIORES DE PREDIO, DONDE SE OBSERVA PATIO CON BLOQUES EXISTENTES ASÍ COMO CAJA DE ESCALERAS INTERIOR.



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 23 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8381/validadorDocumental/inicio/detalle.pdf> e ingresando la



"Declaro de la igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
"Perú Suytina P'aya P'utaka Marcapa; p'aya p'utaka Cuzimaytaq Marcapa"

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

El inmueble materia del presente informe, se encuentra emplazado fuera de la Zona Monumental del Cusco y su ampliación, así mismo se encuentra fuera del Área Circundante de Protección del Centro Histórico, y fuera de un área expresamente declarada.

El proyecto deberá seguir su procedimiento de obtención de las licencias correspondientes a través de la Municipalidad Distrital de Wanchaq, bajo lo establecido por la Ley 29090.

Durante la inspección técnica en el Local de la "I.E. N° 51045 Velasco Astete"; en la superficie no se ha observado ningún tipo de material cultural de carácter arqueológico y/o patrimonial, sin embargo se advierte que toda intervención que requiera remoción de suelo y trabajos bajo superficie, es recomendable contemplar algún tipo de intervención arqueológica con la finalidad de evitar daños al patrimonio cultural y salvaguardar los hallazgos fortuitos. Así mismo, considerando la Ley N° 23765 que declara a la ciudad de Cusco como Patrimonio Cultural de la Nación, es recomendable implementar un Plan de Monitoreo Arqueológico (PMA), de acuerdo al Artículo 11.5 del Reglamento de Intervenciones Arqueológicas (RIA) aprobado mediante D.S. N° 003-2014-MC.

Es todo cuanto se informa para su conocimiento y fines que se sirva determinar, salvo mejor parecer.

Atentamente,
(Firma y sello)

DMV/RVS
000 10



BICENTENARIO
PERU 2021

Para su uso público se autoriza la impresión de un documento electrónico archivado en el Ministerio de Cultura aplicando lo dispuesto en el Art. 29 de la Ley 27963-2013-PCM y la Ley 27963-2013-PCM y la Ley 27963-2013-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser verificadas a través de la siguiente dirección web: <http://transparencia.mincultura.gob.pe:8181/validador/validador.jspx?detalle=1> e ingresando a