



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Gutierrez Arias, Willian Manuel
ORCID: 0009-0006-6899-3709

Huaman Chuchon, Redy Percy
ORCID: 0009-0009-4025-0921

ASESOR

Chavarry Vallejos, Carlos Magno
ORCID: 0000-0003-0512-8954

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los autores

Gutierrez Arias, Willian Manuel

DNI: 48562251

Huaman Chuchon, Redy Percy

DNI: 76423174

Datos de asesor

Chavarry Vallejos, Carlos Magno

DNI: 07410234

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Cordova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Vargas Chang, Esther Joni

DNI: 07907361

ORCID: 0000-0003-3500-2527

JURADO 3

Valencia Gutierrez, Andres Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Gutierrez Arias Willian Manuel, con código de estudiante N° 201621484, con DNI N° 48562251, con domicilio en Jr. Londres N° 235, distrito Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, y Huaman Chuchon Redy Percy, con código de estudiante N° 201621157, con DNI N° 76423174, con domicilio en Calle Libertad Asoc. Huancayo Mz. A LT 20, distrito San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

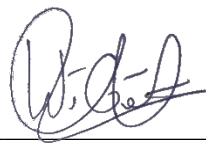
La presente tesis titulada: “Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Dr. Ing. Chavarry Vallejos, Carlos Magno, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 24 % de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

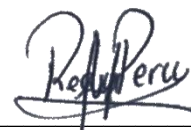
En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 24 de octubre de 2023



Gutierrez Arias Willian Manuel

DNI N°48562251



Huaman Chuchon, Redy Percy

DNI N°76423174

INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN

Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos

INFORME DE ORIGINALIDAD

24% INDICE DE SIMILITUD	24% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	10% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	2%
3	www.academia.edu Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	aadas.nl Fuente de Internet	1%
6	www.gob.mx Fuente de Internet	1%
7	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%


Dra. Vargas Chang Esther Joni

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, William y Ysolina cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificio inquebrantable han sido mi fuente de inspiración y fortaleza. A mi amada novia, Angela quien ha sido mi confidente y mi mayor motivación su amor incondicional, paciencia y comprensión han sido un faro de luz en los momentos más oscuros de este proceso. Y a mis queridos hermanos, Brayan y Dayana quienes han compartido conmigo risas, alegrías y desafíos a lo largo de los años.

Gutierrez Arias, Willian Manuel

Dedico la presente tesis a mi familia en especial a mis padres Percy y Lida por todo el esfuerzo y sacrificio que realizaron hacia mi persona en mi camino como profesional; muchas de mis metas se los debo a ustedes. Muchas gracias por formarme como un hombre de carácter, compasivo que protege a los demás y motivarme para alcanzar mis objetivos.

Huaman Chuchon, Redy Percy

AGRADECIMIENTO

Agradecemos sinceramente a la Universidad Ricardo Palma, recinto de nuestra instrucción académica. De igual manera, a nuestros profesores catedráticos, en especial a nuestro asesor el Dr. Ing. Chavarry Vallejos, Carlos Magno y a la Dra. Ing. Vargas Chang, Esther Joni, por su ayuda y disponibilidad para efectuar nuestra tesis.

Willian Gutierrez y Redy Huaman

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	II
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	III
INFORME DE ORIGINALIDAD–TURNITIN.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Delimitación de la investigación	3
1.4.1 Geográfica.....	3
1.4.2 Temporal	3
1.4.3 Temática.....	3
1.4.4 Muestral	4
1.5 Justificación del estudio	4
1.5.1 Convivencia	4
1.5.2 Relevancia social.....	4
1.5.3 Aplicaciones practicas.....	4
1.5.4 Utilidad metodológica.....	4
1.5.5 Valor teórico	4
1.6 Importancia del estudio	4
1.6.1 Nuevos conocimientos	4

1.6.2	Aporte.....	5
1.7	Limitaciones del estudio.....	5
1.7.1	Falta de estudios previos de investigación.....	5
1.7.2	Metodológicos o prácticos	5
1.7.3	Medidas para la recolección de los datos.....	5
1.7.4	Obstáculos en la investigación.....	5
1.8	Alcance.....	5
1.9	Viabilidad del estudio.....	5
	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1	Marco histórico.....	7
2.2	Investigaciones relacionadas con el tema.....	7
2.2.1	Investigaciones internacionales.....	7
2.2.2	Investigaciones nacionales.....	8
2.3	Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	10
2.3.1	Modelado de información de la construcción “BIM”	10
2.3.2	Gestión del cronograma del proyecto	19
2.3.3	Plan de ejecución BIM (PEB).....	21
2.4	Definición de términos básicos	21
	CAPÍTULO III: HIPÓTESIS.....	23
3.1	Hipótesis.....	23
3.1.1	Hipótesis general.....	23
3.1.2	Hipótesis específicas	23
3.2	Sistema de variables	23
3.2.1	Definición conceptual de las variables.....	23
3.2.2	Operacionalización de las variables.....	24
	CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	26
4.1	Método de la investigación.....	26
4.2	Tipo de investigación	26
4.3	Nivel de investigación	26
4.4	Diseño de la investigación.....	27
4.5	Población y muestra	27
4.5.1	Población.....	27
4.5.2	Muestra.....	28
4.6	Técnicas e instrumentación de recolección de datos.....	29

4.6.1	Instrumento de recolección de datos	29
4.6.2	Métodos y técnicas	30
4.7	Descripción de procesamiento de análisis	31
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		32
5.1	Presentación de los resultados	32
5.1.1	Estadísticas de la unidad de estudio	32
5.1.2	Índice de validez del instrumento	33
5.1.3	Prueba de normalidad.....	36
5.1.4	Grado de asociación entre las variables	38
5.2	Contrastación de la hipótesis	40
5.2.1	Contrastación de la hipótesis general.....	40
5.2.2	Contrastación de las hipótesis específicas	40
5.2.3	Interpretación y sustentación de los resultados	44
5.3	Análisis e interpretación de los resultados	45
5.3.1	Estadísticos descriptivos de la información	45
5.3.2	Análisis de calidad	51
5.3.3	Análisis cuantitativo.....	51
5.3.4	Análisis cualitativo.....	53
5.3.5	Análisis de riesgos	55
5.4	Plan de mejora	57
5.4.1	Propuesta Plan de Mejora	57
5.4.2	Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora	67
5.4.3	Recomendaciones para la propuesta de mejora	70
5.4.4	Aplicación de la propuesta de mejora	71
5.5	Desarrollo del proyecto	71
5.5.1	Generalidades de la empresa.....	71
5.5.2	Estadística descriptiva del proyecto	72
5.5.3	Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora	76
5.5.4	Herramientas y técnicas de control de calidad.....	79
5.5.5	Modelado de información para mejorar los tiempos del cronograma	80
5.5.6	Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora.....	90
5.6	Tabla resumen	92
DISCUSIÓN		94

CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS	105
Anexo A: Matriz de consistencia.....	106
Anexo B: Cuestionario.....	107
Anexo C: Permiso de autorización	110
Anexo D: Valoración del instrumento de investigación.....	111
Anexo E: Instituciones educativas	117
Anexo F: Planos del proyecto.....	118
Anexo G: Partidas o actividades con mayor incidencia - estructuras.....	119
Anexo H: Duración estimada según el expediente técnico.....	120
Anexo I: Cronograma de ejecución de la obra	122
Anexo J: Cronograma en Ms project	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición de los niveles de detalle – LOD.....	16
Tabla 2 Operacionalización de variable independiente	24
Tabla 3 Operacionalización de variable dependiente	25
Tabla 4 Unidad de análisis.....	27
Tabla 5 Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos	30
Tabla 6 Valores de nivel de validez de los cuestionarios	30
Tabla 7 Género de los encuestados	32
Tabla 8 Profesión de los encuestados	33
Tabla 9 Años de experiencia de los encuestados	33
Tabla 10 Evaluación de los coeficientes de alfa de Cronbach.....	33
Tabla 11 Estadística de fiabilidad (Alfa de Cronbach - SPSS).....	34
Tabla 12 Estadísticas de total de elemento (Alfa de Cronbach - SPSS).....	34
Tabla 13 Tabla de prueba de normalidad.....	36
Tabla 14 Correlaciones binarias por Spearman	38
Tabla 15 Correlación total de elementos	39
Tabla 16 Porcentaje de aceptación general de planteamiento de hipótesis	44
Tabla 17 Definición de las actividades	45
Tabla 18 Cuadro resumen del objetivo definir actividades	46
Tabla 19 Secuencia de actividades	46
Tabla 20 Cuadro resumen del objetivo secuenciar las actividades.....	47
Tabla 21 Estimación de la duración de las actividades	48
Tabla 22 Cuadro resumen del objetivo estimación de la duración de las actividades....	49
Tabla 23 Elaboración del cronograma	49
Tabla 24 Cuadro resumen del objetivo elaboración del cronograma	51
Tabla 25 Control estadístico de la calidad	52
Tabla 26 Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cuantitativo	53
Tabla 27 Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cualitativo	54
Tabla 28 Análisis de riesgo – procesos para identificar los niveles de riesgo.....	55
Tabla 29 Decodificación de las preguntas del cuestionario.....	57
Tabla 30 Propuesta de mejora de la secuenciación de las actividades externas	67
Tabla 31 Propuesta de mejora de la estimación análoga para estimar la duración.....	67

Tabla 32 Propuesta de mejora bajo la pericia de juicio de expertos.....	68
Tabla 33 Propuesta de mejora para la estimación basada en tres valores.....	68
Tabla 34 Propuesta de mejora para las herramientas de entorno común de datos.....	68
Tabla 35 Propuesta de mejora de detecciones de incompatibilidades en Navisworks ...	69
Tabla 36 Propuesta de mejora de los softwares como Revit, Ms Project y Navisworks	69
Tabla 37 Propuesta de mejora de la secuencia de la simulación constructiva.....	70
Tabla 38 Ficha Técnica del Proyecto.....	74
Tabla 39 Cuadro de áreas de la infraestructura existente	78
Tabla 40 Estimación basada en tres valores	85
Tabla 41 Módulos de la infraestructura del centro educativo.....	90
Tabla 42 Tabla resumen de la estimación de la duración de las actividades	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de un modelado BIM	12
Figura 2 Las dimensiones del BIM.....	15
Figura 3 LOIN - Nivel de información necesaria	15
Figura 4 Funciones de BIM en el diseño de proyectos.....	18
Figura 5 Proceso de compatibilización de planos con BIM	18
Figura 6 Métodos de Diagramación por Precedencia.....	20
Figura 7 Gráfico circular del objetivo definir de actividades	41
Figura 8 Gráfico circular del objetivo secuenciar las actividades	42
Figura 9 Gráfico circular del objetivo estimar la duración.....	43
Figura 10 Gráfico circular del objetivo elaborar el cronograma	43
Figura 11 Gráfico de Control Estadístico de Calidad- Porcentaje de Aceptación.....	52
Figura 12 Barra Simple del Porcentaje de Aceptación por Pregunta	53
Figura 13 Flujograma de dependencias externas.....	59
Figura 14 Flujograma de estimación análoga para estimar la duración	60
Figura 15 Flujograma de juicio de expertos	61
Figura 16 Flujograma de estimación basada en tres valores para estimar la duración ...	62
Figura 17 Flujograma de herramientas de entorno de datos comunes.....	63
Figura 18 Flujograma de detección de incompatibilidades con Navisworks	64
Figura 19 Flujograma de softwares como el Revit, Ms Project y Navisworks	65
Figura 20 Flujograma de secuencia de la simulación constructiva	66
Figura 21 Localización de Institución Educativa Inicial N° 314 – Chuschi.....	72
Figura 22 Ubicación del Proyecto a nivel distrital	73
Figura 23 Distribución de la Infraestructura existente.....	76
Figura 24 Fotografías de la infraestructura existente.....	77
Figura 25 Localización del local escolar en la situación actúa.....	77
Figura 26 Vista en planta del proyecto del Módulo 1.....	80
Figura 27 Vista en planta de Estructura del módulo 1.....	81
Figura 28 Organigrama del Proyecto.....	81
Figura 29 Visualización 3D en Revit del módulo 1.....	82
Figura 30 Reporte de incompatibilidades en Excel estandarizado	83
Figura 31 Herramientas de entorno común de datos	84
Figura 32 Diseño de sala para las sesiones ICE.....	84

Figura 33 Diagrama Gantt en Ms Project	87
Figura 34 Punto de emplazamiento	87
Figura 35 Importación de modelos 3D	88
Figura 36 Importación del cronograma	89
Figura 37 Simulación constructiva en Navisworks	89
Figura 38 Fachada principal	91
Figura 39 Vista Panorámica del Proyecto.....	91

RESUMEN

El título de la actual tesis modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos tuvo como objetivo modelar la información para mejorar los tiempos del cronograma de obra en la etapa de diseño y estudios definitivos utilizando la metodología BIM en centros educativos. Donde se observó la falta de implementación de la dimensión 4D en proyectos de centros educativos en el distrito de Chuschi. Para ello, se utilizó la guía del PMBOK y la metodología BIM para mejorar la gestión del cronograma. La metodología de la investigación empleó el método deductivo, con una orientación aplicada y enfoque mixto, la investigación fue de tipo descriptivo, explicativo y correlacional, el diseño fue no-experimental, transversal, prospectivo y de estudio de diseño de cohorte (causa-efecto). Los resultados de la investigación mostraron que, en el 96% de los proyectos se han definido las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción, en el 82% de los proyectos se han secuenciado las actividades para determinar la dependencia entre ellas, en el 44% de los proyectos se han estimado la duración de las actividades, en el 48% de los proyectos se han elaborado el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos. Además, se concluye que la correlación entre BIM 4D y la Guía PMBOK mejoró los tiempos del cronograma en la etapa de diseño en un 1.8%.

Palabras Clave: Metodología BIM, optimización del cronograma, etapa de diseño, centros educativos y guía del PMBOK.

ABSTRACT

The title of the current thesis information modeling for the optimization of the schedule in the design stage and definitive studies of educational centers, had as objective to model the information to improve the times of the work schedule in the design stage and definitive studies using the BIM methodology in educational centers. Where the lack of implementation of the 4D dimension in educational center projects in the Chuschi district was observed. To do this, the PMBOK guide and the BIM methodology were used to improve schedule management. The research methodology used the deductive method, with an applied orientation and mixed approach, the research was descriptive, explanatory and correlational, the design was non-experimental, cross-sectional, prospective and cohort design study (cause-effect). The results of the research showed that, in 96% of the projects, the activities have been defined with the 3D model to identify the tasks that must be carried out for construction, in 82% of the projects the activities have been sequenced. To determine the dependency between them, in 44% of the projects the duration of the activities has been estimated, in 48% of the projects the initial schedule of the work has been prepared to analyze the resources and compliance with the established deadlines. Furthermore, it is concluded that the correlation between 4D BIM and the PMBOK Guide improved schedule times in the design stage by 1.8%.

Keywords: BIM methodology, schedule optimization, design stage, educational centers and PMBOK guide.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú busca mejorar su infraestructura para atraer inversiones y promover el crecimiento económico. Sin embargo, se encuentra retrasado en comparación con otros países debido a la escasa adopción de tecnologías digitales y la falta de investigación. Para abordar esta situación, se ha elaborado el Plan BIM Perú a fin de empujar el avance del sector y fortalecer la competitividad. Por ello, la necesidad de mejorar la infraestructura impulsa la implementación de metodologías como BIM para gestionar los proyectos, singularmente en la etapa de diseño, pues es donde empieza la conceptualización técnica y de esta depende tener una ejecución de obra libre de errores y con mejores resultados en las obras para el beneficio de la sociedad. Debido a esto se espera mejorar la colaboración entre los equipos en la etapa de diseño lo cual implicaría tener proyectos con menores errores, retrasos y sobre todo promover el uso de la dimensión 4D en futuros proyectos aportando una mejor estimación y planificación de las actividades. El objetivo de la investigación es modelar la información para mejorar los tiempos del cronograma de obra en la etapa de diseño utilizando la metodología BIM. En primer lugar, se debe definir las actividades utilizando el modelo 3D. Luego, se procede a secuenciar las actividades y determinar sus dependencias. Posteriormente, se realiza una estimación de la duración de cada actividad, considerando los recursos disponibles en el proyecto. Finalmente, se elabora el cronograma inicial de la obra.

La tesis contiene cinco capítulos: En el capítulo I, se realizó la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema y objetivos. El capítulo II, contiene el marco histórico, estudios relevantes con el tema y la estructura teórica. En el capítulo III, se determinó la hipótesis general, las hipótesis específicas y el sistema de variables. En el capítulo IV, se presentó la metodología, tipo, nivel y diseño de la investigación, así mismo, la población, muestra y técnicas e instrumentos de recolección de datos. En el capítulo V, se realizó el índice de validez del instrumento mediante alfa de Cronbach, la contrastación de las hipótesis, el análisis cuantitativo y cualitativo, el análisis de control de calidad, el análisis de riesgo, la propuesta de mejora y el desarrollo de proyecto. Finalmente, se presenta la discusión, conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El Perú está tomando medidas para elevar la calidad de la infraestructura con el objeto de atraer nuevas inversiones que ayuden al crecimiento de los sectores productivos. Sin embargo, el desarrollo de infraestructura en nuestro país se encuentra retrasado con respecto al de otros países esto es debido al bajo uso de tecnologías digitales, metodologías, escasa investigación y desarrollo en el sector construcción.

Se podría decir que este problema surge con las primeras experiencias de los softwares de diseño asistido por computadora aproximadamente en los años 60 ya que generaban sobre costos y retrasos en el diseño de las construcciones por el hecho a que se recurre iterativamente a realizar modificaciones en los proyectos por posibles errores en el diseño y la falta de trabajo colaborativo para la detección interferencias entre las distintas especialidades dando así origen así a la metodología BIM.

Las empresas públicas y privadas peruanas no son ajenas a ello, en nuestro caso el lugar donde se realiza nuestra investigación es en el departamento de Ayacucho en donde se observa que aún existe un gran desconocimiento sobre la metodología BIM por parte de las autoridades correspondientes y profesionales a pesar de que el Ministerio de Economía y Finanzas ha creado una hoja de ruta y un plan de implementación del plan BIM Perú, describiendo los 4 ejes estratégicos que nos permitirán adoptar BIM gradualmente para el año 2030.

La problemática vendría a hacer en cuanto a la implementación BIM en una organización muchas veces existe una falta de liderazgo que comprenda correctamente las dimensiones de BIM y tome medidas para interactuar con todos los colaboradores del proyecto, la carencia de comunicación y colaboración durante las etapas del proyecto, la resistencia al cambio ya sea por miedo al fracaso o temor por los costos en su implementación BIM al inicio y sobre todo la convivencia con sistemas no BIM que generan una gran dotación de personal.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el modelado de información optimiza el cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las actividades con el modelo 3d que identifican las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo?
- b) ¿Cómo secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas?
- c) ¿Cómo se estima la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada?
- d) ¿Cómo se elabora el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Modelar la información para mejorar los tiempos del cronograma de obra en la etapa de diseño y estudios definitivos utilizando la metodología BIM en centros educativos.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Definir las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo.
- b) Secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas.
- c) Estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.
- d) Elaborar el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Geográfica

Se desarrolla en el departamento de Ayacucho, provincia Cangallo, distrito de Chuschi, Centro Poblado Chuschi.

1.4.2 Temporal

La investigación se da dentro del transcurso de 6 meses, el cual comienza en mayo del 2023 y termina en octubre del 2023.

1.4.3 Temática

- Campo: Centros Educativos.
- Área académica: Gestión.
- Línea de investigación: Obras civiles.
- Sub línea de investigación: Metodología BIM.

1.4.4 Muestral

La investigación tiene como unidad de observación los centros educativos de nivel inicial ubicados, distrito de Chuschi.

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Convivencia

Debido a la necesidad de mejorar la infraestructura han surgido metodologías como BIM para gestionar cada etapa del proyecto, la cual ayuda a optimizar los procesos, facilitar la colaboración y coordinación entre las disciplinas obteniendo de esta forma un mejor cronograma de obra con una menor probabilidad de presentar errores en la ejecución.

1.5.2 Relevancia social

Es de suma importancia ya que favorece a que los proyectos puedan ejecutarse en un menor tiempo y mitigar posibles errores generando así un mayor beneficio para la sociedad.

1.5.3 Aplicaciones practicas

Se lleva a cabo debido al hecho que existe, la necesidad de acrecentar la calidad de la infraestructura a nivel gubernamental y que sean más productivas utilizando BIM.

1.5.4 Utilidad metodológica

Para lograr los objetivos, se emplean encuestas en *Google Forms* con el fin de determinar si los entrevistados emplean la metodología BIM 4D y el proceso de gestión de cronograma en sus proyectos para optimizar el cronograma en la etapa de diseño. De modo que esta información recolectada sirva como una base de datos para estudios futuros.

1.5.5 Valor teórico

Tiene como finalidad aportar conocimiento alusivo a la metodología BIM 4D y su interrelación con la guía PMBOK para acrecentar la gestión de cronograma, permitiendo de esta forma una mejor visualización y coordinación del proyecto en la etapa de diseño, cuyos resultados podrán verse al efectuarse su aplicación y de esta manera demostrar así el uso favorable.

1.6 Importancia del estudio

1.6.1 Nuevos conocimientos

Es crucial ya que las inversiones peruanas en proyectos de infraestructura han mostrado deficiencias bajo el método tradicional, ocasionando retrasos y sobrecostos. Por esta razón, se han tomado medidas para la implementación de metodologías que proporcionen

un mejor alcance, colaboración, visualización, productividad, eficiencia y gestión durante la vida del proyecto.

1.6.2 Aporte

La contribución de este estudio es dar a conocer la metodología BIM 4D y su interrelación con el proceso de gestión del cronograma de la guía del PMBOK para la optimización del cronograma en la etapa de diseño en centros educativos.

1.7 Limitaciones del estudio

1.7.1 Falta de estudios previos de investigación

Al tener como objeto de estudio a centros educativos en el departamento de Ayacucho, este careció de estudios previos aplicando la dimensión 4D de la metodología BIM. No obstante, existen tesis que han evaluado esta metodología en una mayor dimensión la cual nos sirvió como base.

1.7.2 Metodológicos o prácticos

Debido a que aun en nuestro país no se ha implementado la dimensión 4D en el Plan BIM Perú, permite que exista un vacío legal para su posible aplicación en los proyectos.

1.7.3 Medidas para la recolección de los datos

Empleamos el uso de encuestas por medio de la plataforma *Google Forms* en donde, formulamos de preferencia preguntas cerradas para recopilar las respuestas y aplicarle los métodos estadísticos.

1.7.4 Obstáculos en la investigación

La falta de implementación de nuevos equipos tecnológicos y recurso humano capacitado en cuanto a la metodología BIM que haya sido capaz de aplicar la dimensión 4D en proyectos anteriores.

1.8 Alcance

Este estudio tiene un alcance social ya que se encuesta a una muestra representativa de 30 centros educativos para poder alcanzar los objetivos y responder las hipótesis. También tiene un alcance geográfica o espacial porque toma en cuenta a los centros educativos ubicados en el centro poblado de Chuschi. Finalmente, un alcance temporal, ya que se realiza la investigación de mayo a octubre.

1.9 Viabilidad del estudio

Es viable, pues se nos permite el acceso al campo de estudio y se cuenta con los permisos pertinentes. Además, a nivel personal, se tiene los conocimientos intelectuales y el tiempo necesarios para realizar la investigación.

Con respecto al nivel institucional, los directivos brindan el soporte necesario para realizar la investigación, por lo que se obtiene el respaldo de ellos.

Por otro lado, los ingenieros están dispuestos a participar con el cuestionario ofreciendo ideas para aportar ingeniería de valor en este estudio. Finalmente, se cuenta con los recursos económicos para pagar los costos relacionados al proyecto, y en cuanto a materiales se dispone de laptops, libros, etc.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

En 1975, Chuck Eastman propuso el *Building Description System* (BDS) en un artículo de la revista AIA, que permitía un diseño interactivo donde las modificaciones en un modelo 3D se reflejan automáticamente en secciones, plantas e isométricos, facilitando la creación y actualización de dibujos arquitectónicos. (Sacks et al., 2018).

Barnes y Davies (2015) afirman lo siguiente:

Para considerar los antecedentes y la historia de BIM, debemos comenzar con el diseño asistido por computadora (CAD), que surgió en las décadas de 1950 y 1960 dentro de la academia y algunas industrias manufactureras muy grandes que podían permitirse la computación central, algo que era relativamente raro. En ese tiempo cada una de esas organizaciones normalmente producía su propio programa para generar dibujos 2D por computadora, y el retorno comercial de esos sistemas CAD para esas organizaciones residía en el tiempo ahorrado en comparación con el tiempo que normalmente se dedicaría a preparar dibujos 2D en la forma tradicional de dibujar a mano.

Con el paso del tiempo, CAD se utiliza cada vez más, y debido a ese mayor uso comercial, obviamente hubo un desarrollo concomitante del software en el que se basaba CAD. Este software evolucionó de tal manera que CAD finalmente tuvo la capacidad de comunicar la información de diseño del producto directamente desde el tablero de dibujo a las herramientas de fabricación controladas por computadora. Entonces, sin pasar por ningún otro paso de preproducción, las cosas pueden crearse inmediatamente desde la computadora. Sin embargo, los dibujos en 2D continuaron siendo el enfoque principal de CAD.

Después se pasó los dibujos en 2D a los modelos en 3D, y la principal dificultad que se enfrentó en esta transición fue cómo representar matemáticamente objetos y superficies complejos dentro de un modelo de computadora para que fueran reconocidos por el software producido para este propósito.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones internacionales

Amaya y Sierra (2021) desarrollaron y contrastaron los resultados de la metodología BIM con la convencional para la vivienda multifamiliar Altos de Araganey en el municipio Acacias Meta, considerando los gastos y montos presupuestarios. Este

estudio se realizará a través del análisis, comenzando con una revisión de los beneficios del sistema BIM en Colombia y pasando a la recopilación de antecedentes e investigaciones anteriores sobre la ejecución y planificación de proyectos. Los principales problemas fueron los diferentes niveles de experiencia en BIM entre los profesionales, la ausencia de un diseño 3D directo, la dificultad de definir las funciones y deberes, la falta de supervisión directa del uso de BIM y la ausencia de un programa académico que alentaría y facilitaría el accionamiento de BIM en colegios, universidades e instalaciones de capacitación técnica.

Olejua (2021) examinó las ventajas y beneficios de utilizar la metodología BIM en el diseño de una vivienda unifamiliar de dos plantas en el municipio de Málaga, Santander, desde la perspectiva de las prácticas laborales en la empresa ESCO CONSTRUCTORA SAS. Este presenta un estudio cuantitativo de las ventajas y beneficios del uso de la metodología BIM en el diseño de redes y procesos en una vivienda. El análisis se realizó con base en el proceso de pasantía en la firma. Primero, se compilo información por intermedio de consultas y encuestas a funcionarios con experiencia en procesos de construcción, quienes compartieron sus conocimientos y ayudaron a afinar el enfoque de estudio.

Tabilo (2019) contrastó la metodología BIM y tradicional para precisar cuál es la técnica más efectiva. En el que saca la innegable conclusión de que las ventajas que ofrece el enfoque BIM en el aspecto económico. Sin embargo, también sugiere contratar a un experto calificado con experiencia para validar los datos y los materiales fuente porque esa persona podrá hacer sugerencias para mejorar después de examinar cuidadosamente los resultados.

2.2.2 Investigaciones nacionales

Huacallo (2022) evaluó el impacto en la optimización del tiempo de ejecución durante la etapa de diseño. Se señala que el proyecto actual se basa en métodos convencionales y carece de un entorno colaborativo de diseño, así como de una justificación clara para los tiempos asignados a las tareas de programación. Se centra en tres elementos críticos: la vía, el puente vehicular y los muros de contención, los cuales tienen un gran impacto en el cronograma según la metodología convencional. Se examinan la metodología BIM 4D y la convencional empleada en la etapa de diseño. Se obtienen los archivos y planos del proyecto inicial, desarrollando luego una versión bajo la metodología BIM 4D. La metodología convencional presenta planos en 2D y la programación se representa en un diagrama de Gantt. En contraste, BIM utiliza

herramientas como Civil 3D, InfraWorks, Revit y Naviswork, con planos 3D colaborativos que se integran con el cronograma. Se empleo cuadros comparativos para evaluar actividades, metrados, programación y presentación del proyecto en ambas metodologías. Este estudio proporciono información valiosa sobre cómo BIM 4D puede impactar positivamente en la eficiencia y programación de proyectos de infraestructura vial en comparación con las metodologías convencionales.

De la Cruz y Lopez (2019) implementaron la gestión de cronograma según la guía del PMBOK para cumplir los plazos en la primera parte de la obra de conservación de infraestructura vial. Se utilizó un enfoque deductivo y mixto (cuantitativo y cualitativo) en el estudio. Tras la aplicación de seis métodos de gestión de cronogramas, se produjeron una estrategia de gestión, un período de trabajo, un cronograma básico, un diagrama de red, una lista de hitos y técnicas de control. Después de una investigación exitosa, el tiempo del cliente se redujo en 8 días y la investigación finalizó el 21 de agosto de 2019.

Mautino y Miraval (2021) utilizaron BIM para mejorar estas fases del proceso de construcción. Durante el proceso de diseño se creó un modelo BIM 3D de las carreteras, lo que permitió realizar mediciones precisas de los componentes del pavimento. Esto disminuye la posibilidad de solicitar ajustes o prórrogas de plazos mientras se completa el proyecto. A diferencia de los enfoques convencionales, la metodología BIM ofrece mediciones más precisas, lo que evita costos adicionales como el exceso de movimiento de tierras, que es particularmente importante en la construcción de vías urbanas. En la etapa de ejecución se creó un modelo BIM 3D y 4D de las vías. Esto hizo posible identificar conflictos entre las muchas disciplinas y componentes del proyecto desde el principio, evitando problemas durante la ejecución. Pueden ocurrir retrasos cuando se necesita más tiempo para modificar los planes mientras se llevan a cabo. Sin embargo, se prevé que estos retrasos se reduzcan con el uso de BIM.

Yañez (2023) determinó la implementación de BIM en el diseño de proyectos sanitarios. Identificar las dificultades para implementar BIM en la planificación de proyectos de salud. A pesar de que utilizar BIM en proyectos ofrece varios beneficios, aún pueden ocurrir errores e ineficiencias, incluso cuando se usa con cuidado. Para identificar las dificultades que se desarrollaron durante la fase de diseño de estas instalaciones, se realizó una investigación en este contexto luego de la adopción de BIM en tres hospitales, un centro de salud y una clínica. Las dificultades se dividieron en cinco categorías: personas, políticas, procedimientos, estándares y tecnología. Para el estudio

se efectuaron entrevistas a especialistas. que intervinieron en el diseño BIM de estas instituciones, que empleó los centros de salud.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Modelado de información de la construcción “BIM”

2.3.1.1 Contexto BIM a nivel internacional.

Smith (2014) explicó:

Según la investigación, la adopción de BIM se ha acelerado significativamente en los últimos años. Varias naciones están creando estrategias de implementación efectivas con la región escandinava, el Reino Unido y América del Norte en general. Una conclusión importante fue la importancia del liderazgo y el apoyo gubernamentales coordinados como un factor crucial en la adopción de BIM. La invención de estándares BIM internacionales y nacionales, marcos legales para manejar problemas de responsabilidad, certificación BIM, educación y capacitación, y el caso comercial para el despliegue de BIM también se identificaron como tácticas significativas.

2.3.1.2 Contexto BIM en latinoamérica.

El objetivo de las ideas actuales de los sectores público y comercial es utilizar la innovación, la investigación y el desarrollo para medrar la infraestructura.

Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF, 2021) advierte que:

Se han establecido organizaciones internacionales en América Latina con la meta de promover la adopción de BIM (*Building Information Modelling*). La Red BIM de Gobiernos de América Latina es uno de estos grupos, y sus miembros son funcionarios del sector público de países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay. Su propósito más importante es impulsar la eficiencia en el sector de la construcción a través de la transformación digital, fomentando la adopción de BIM en el área a través del trabajo en equipo y el intercambio de conocimientos. Los miembros de la red trabajan juntos para crear iniciativas, planes de acción y otros materiales que promuevan los objetivos de la organización. Además, se están realizando esfuerzos nacionales de implementación de BIM en varios países de América Latina.

2.3.1.3 Contexto de la industria de la construcción en el Perú.

Perú está tomando medidas para enriquecer la calidad de su infraestructura para fomentar el desarrollo en diversos sectores productivos del país.

Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF, 2021) afirma que:

El gasto promedio anual de inversión pública en Perú durante los últimos cinco años (2016-2020) fue de 4,64% del PBI del país. La nación está atrasada en el desarrollo de su infraestructura en comparación con otras naciones del área y miembros de la OCDE, según el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad. Además, Perú ocupa el puesto 88 en términos de calidad de infraestructura de 141 países en el Índice de Competitividad Global 2019.

De igual manera la Cámara Peruana de la Construcción “los principales motivos de la baja ejecución de obras por parte del sector público en Perú se atribuyen a los siguientes factores, entre otros” (CAPECO, 2020, p. 58).

- La falta de suficiente planificación sectorial y territorial, que permita priorizar las inversiones de manera más efectiva.
- La normativa de contratación estatal obsoleta, inoperante y vulnerable a la corrupción.
- La dispersión excesiva de entidades ejecutoras debido a una organización territorial extensa.
- Incapacidad de la burocracia gubernamental para gestionar y supervisar los contratos de manera especializada y empoderada.
- Las deficiencias de los mecanismos de evaluación y control de los proyectos públicos.

Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF, 2021) explica:

La industria de la construcción desempeña un rol fundamental en la economía peruana, pero no se han implementado medidas para aumentar su productividad. Las principales causas influyentes a este problema son la falta de utilización de tecnologías digitales, metodologías y escasa investigación y desarrollo en el sector. Por ello, para mejorar los niveles de inversión en construcción, es imperativo adoptar la innovación tecnológica.

2.3.1.4 Definición de building information modeling.

El término "BIM", que significa "modelado de información de la construcción", tiene numerosas definiciones, que incluyen:

Conforme a la Norma Técnica Peruana ISO 19650-1, BIM es el “uso de una representación digital compartida de un activo construido, para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, con la finalidad de contar con una base confiable para la toma de decisiones” (Instituto Nacional de Calidad, 2021, p. 8)

Para Barnes y Davies (2015) BIM es un proceso que simula el comportamiento de un objeto en el mundo virtual utilizando un modelo virtual 3D del objeto, simulando la respuesta física de un objeto real durante el desarrollo.

De manera análoga, Phiri (2016) menciona que:

Para mejorar la toma de decisiones en todas las etapas del proyecto, desde el diseño hasta la demolición, BIM utiliza modelos digitales de edificios que comparten todas las partes interesadas. Este proceso optimiza todo el ciclo de vida del proyecto.

La organización buildingSMART-España (2016) menciona que BIM es una metodología colaborativa para la gestión y creación de iniciativas que incluyan datos geométricos, de tiempo, costos, sostenibilidad y mantenimiento, reemplazando los sistemas tradicionales basados en planos.

Por otra parte, Fischer y Kunz (2020) afirman que:

BIM es una herramienta en la metodología VDC (*virtual design construction*), que fomenta la colaboración en todas etapas del proyecto teniendo en cuenta los objetivos del cliente y de la empresa, haciendo uso de métricas para medir la productividad.

Mientras que otros autores definen más bien su objetivo, tal es el caso de:

Preidel y Borrmann (2015) dijeron que el BIM permite que todas las partes de un proyecto comprendan, participen, se comuniquen y trabajen juntas para producir resultados de alta calidad en todas las etapas del proyecto.

Aunque las definiciones de BIM varían, comparten características comunes: uso de herramientas tecnológicas para modelos parametrizados, mejora en la comunicación y trabajo colaborativo, aplicación en todas las etapas del proyecto e incrementa la calidad del proyecto mediante la integración de estos aspectos. El ciclo de vida de un modelado BIM se observa en la figura 1.

Figura 1

Ciclo de un modelado BIM



Nota: Adecuado de ¿Qué es BIM?, por DCV consultores (2017)

2.3.1.5 Dimensiones de BIM.

Sampaio y Berdeja (2017) explicaron:

La metodología (BIM) incluye la combinación de un conjunto de tecnologías relacionadas con la generación del modelo y con el manejo de datos. BIM respalda la capacidad de fomentar una cooperación multidisciplinaria, deseable en el desarrollo y análisis del proyecto, apoyando el logro de una mayor calidad y productividad en el diseño, construcción y mantenimiento de edificios. Las herramientas BIM respaldan el proceso de modelado geométrico basado en objetos paramétricos y niveles avanzados de capacidades de visualización realista en 3D, pero además incorporan otras capacidades, a saber, funciones de detección de conflictos.

La cual cuenta con las siguientes dimensiones:

a) 1D Concepto, se inicia con una idea y pasamos a definir las condiciones iniciales, la localización. A continuación, realizamos las primeras estimaciones. (Mata, 2019).

b) 2D Vectorización del boceto, se establecen las características generales del proyecto. Esta dimensión es consistente con el trabajo a través del manejo físico de documentos (dibujo plano por plano) y puede incorporar dibujo 2D CAD (Mata, 2019).

c) Modelo BIM 3D

Mata (2019) explicó:

Es un modelo dirigido a objetos incluyendo columnas, vigas, muros y otros, que integra todos los datos geométricos del proyecto con parametrización de componentes. Una representación geométrica detallada de cada componente del edificio se puede obtener representando primero la información del diseño, así como cada tarea de ingeniería involucrada.

d) Modelo BIM 4D (control de planificación)

Sacks et al., (2018) dijeron:

Es posible simular visualmente el proceso de construcción en esta dimensión, pero para ello es necesario organizar previamente las tareas conectadas a un modelo 3D desarrollado. Es factible ver errores que podrían provocar retrasos, tener más control sobre el cronograma de suministro de materiales y detectar problemas en el trabajo visualizando el flujo de tareas.

e) Modelo BIM 5D (control de costos) “abarca la estimación y control de costos (determinación del presupuesto) y estimación de gastos, orientada a mejorar la rentabilidad del proyecto” (Mata, 2019).

f) Modelo BIM 6D (sostenibilidad)

Mata (2019) explicó:

Esta dimensión nos permite evaluar la efectividad del edificio o el cumplimiento de estándares de certificación energética específicos, optimizar las operaciones críticas en tiempo real y pronosticar el comportamiento energético antes de tomar decisiones y comenzar el trabajo.

g) Modelo BIM 7D (gestión de operaciones)

Sampaio y Berdeja (2017) dijeron:

La dimensión del *Facility Management* en BIM abarca la gestión y mantenimiento del edificio durante su período de ocupación. Se enfoca en el control de la información sobre el estado del proyecto, logística y mantenimiento. Permite un seguimiento exhaustivo y eficiente de las actividades relacionadas con el edificio una vez construido.

Sin embargo, debido al constante crecimiento tecnológico algunos refieren el aumento de estas dimensiones como:

h) Modelo BIM 8D (seguridad y salud), a través del diseño se intenta evitar accidentes en esta dimensión (Kamardeen, 2010).

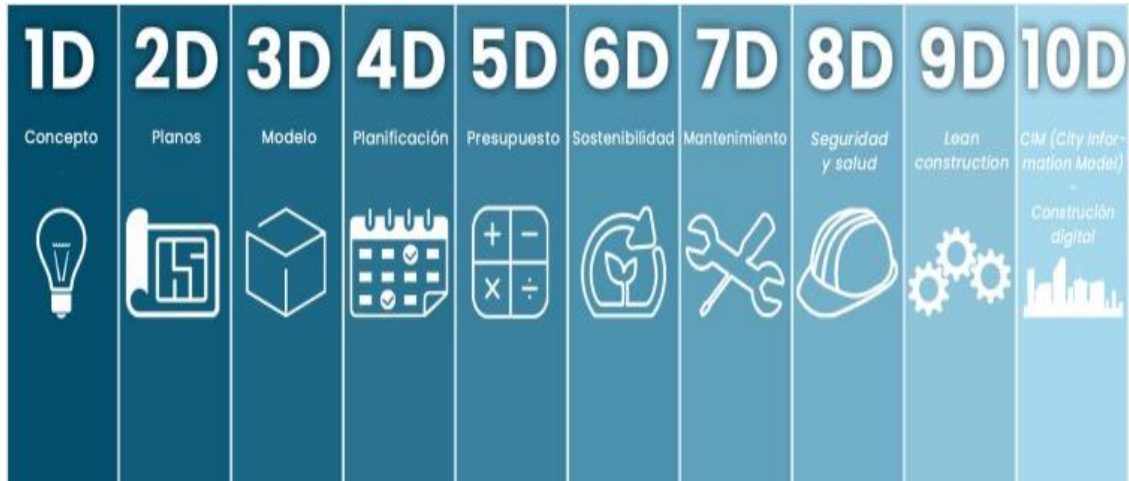
i) Modelo BIM 9D: Se aborda el uso de la productividad y digitalización del concepto *Lean Construction* y BIM como componentes de la construcción (Hassan, 2017).

j) Modelo BIM 10D: Se utiliza para describir el beneficio de alcanzar la industrialización, cuyo objetivo es aumentar la productividad en cada etapa del proceso de construcción (Hassan, 2017).

A continuación, se observa las dimensiones del BIM en la figura 2.

Figura 2

Las dimensiones del BIM



Nota. Acoplado por Píldoras de Revit (2020)

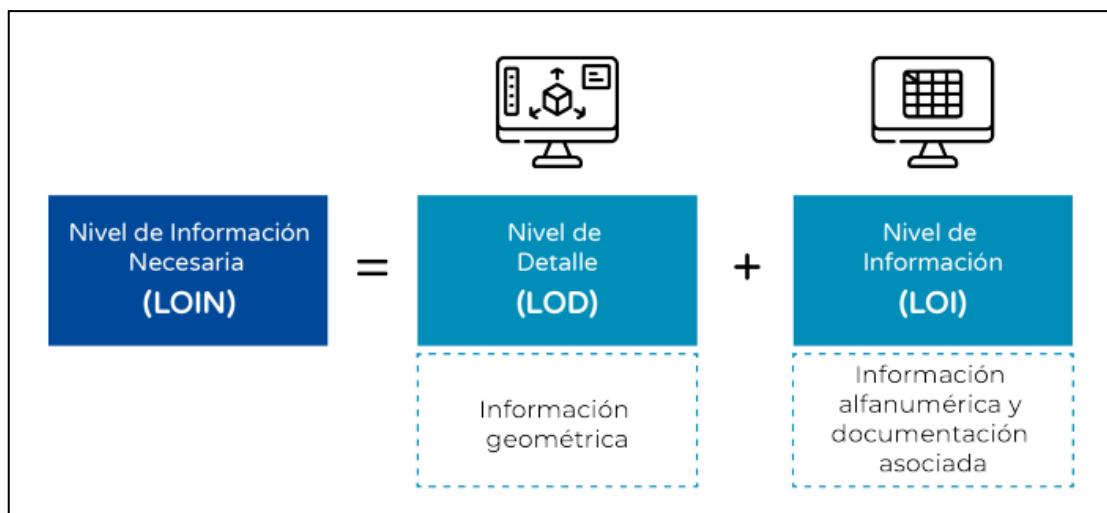
2.3.1.6 Nivel de información necesaria (LOIN), nivel de desarrollo (LOD) y de detalle (LOI).

Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF, 2021a) afirma que:

El LOIN (por sus siglas en inglés, *Level of Information Need*) se refiere al nivel de información necesaria para lograr los objetivos y las necesidades de información del proyecto, sugiere la amplitud y el nivel de información necesarios para compartir información. Como se muestra en la figura 3, el LOIN incluye el Nivel de desarrollo o *Level of Development* (LOD) y el Nivel de Información o *Level of Information* (LOI). Como se muestra en la tabla 1, el LOD es el nivel de detalle asociado a la información gráfica y los elementos del modelado 3D. Por otro lado, el LOI se refiere al nivel de información no gráfica vinculada a especificaciones técnicas o documentación que integre la información de los modelos 3D.

Figura 3

LOIN - Nivel de información necesaria



Nota. En este apartado se representa que el (LOIN) está definido por (LOD) y (LOI).
 Extraído de la Guía Nacional BIM Perú (2021).

Tabla 1

Definición de los niveles de detalle – LOD

LOD #	Contenido Gráfico	Contenido No Gráfico	Interpretación de BIM <i>Fórum</i>
LOD 100	Se puede utilizar un símbolo o representación general para simbolizarlo.	Información relacionada al elemento puede ser derivada de otros elementos.	No son representaciones en geometría. Los detalles proporcionados sobre estos componentes deben tomarse como aproximaciones.
LOD 200	Se representa visualmente como un sistema, artículo o conjunto general con números, dimensiones y orientación aproximada.	Los elementos pueden contener información.	Los elementos son indicadores de ubicación de uso general. Pueden distinguirse como elementos que sustituyen a algo o pueden ser volúmenes utilizados para reservar espacio. Los detalles proporcionados sobre estos componentes deben tomarse como aproximaciones.
LOD 300	Se representa visualmente como un sistema, elemento o conjunto particular dentro del modelo en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación.	Los elementos pueden contener información.	El modelo se puede utilizar para determinar inmediatamente las cantidades, dimensiones, formas, ubicaciones y orientaciones de los componentes. Los elementos se pueden posicionar con precisión en relación con el proyecto original, que se ha definido.
LOD 350	Con respecto al número, tamaño, forma, ubicación, orientación e interfaz con otros sistemas de construcción, el elemento se representa visualmente dentro del modelo como un sistema,	Los elementos pueden contener información.	Para la coordinación de un elemento con elementos cercanos o conectados, se modelan los componentes esenciales. En otras palabras, existe un vínculo de asociación entre los constituyentes. Las cantidades, tamaños, formas,

	objeto o conjunto particular, que se utiliza para evitar colisiones. El componente se representa visualmente en el modelo como un elemento o ensamblaje específico del sistema, completo con instrucciones de instalación, trabajo de puesta en servicio/ensamblaje y fabricación específicas del proyecto, así como detalles sobre cantidad, tamaño, forma, posición y orientación. En términos de tamaño, forma, ubicación, números y orientación, el elemento modelado sirve como confirmación de los datos relacionados con el proceso de construcción terminado (también conocido como " <i>as built</i> ").		ubicaciones y orientaciones de los elementos se pueden determinar fácilmente a partir del modelo. Este grado de LOD indica que el objeto ha sido preciso y con suficiente detalle para su fabricación. El modelo se puede utilizar para determinar inmediatamente las cantidades, dimensiones, formas, ubicaciones y orientaciones de los componentes.
LOD 400		Los elementos pueden contener información.	
LOD 500		Los elementos pueden contener información.	Este nivel solo se ocupa de la verificación de campo y no es una señal de avance a un nivel superior de geometría de elementos del modelo o información no gráfica.

Nota. BIM *fórum* (2020).

2.3.1.7 Procesos de diseño en la gestión BIM.

“BIM aporta desde la aplicación de tecnologías que permiten registrar la información de un activo en estas etapas, optimizando el traspaso y gestión de la información de manera fluida, de tal forma que el trabajo colaborativo sea eficaz y eficiente” (Gutiérrez y Godoy, 2020, p. 174).

Se presentan las siguientes fases de la gestión de proyectos cuando se utiliza BIM en la etapa de diseño como: Diseño conceptual, diseño esquemático, desarrollo del diseño, documentos de construcción y licitación de construcción.

2.3.1.8 Control de procesos BIM en la etapa de diseño.

Es un entorno cíclico donde el diseño del proyecto se repite como resultado de problemas de compatibilidad, modificaciones de diseño, etc.

En donde en este proceso se involucran:

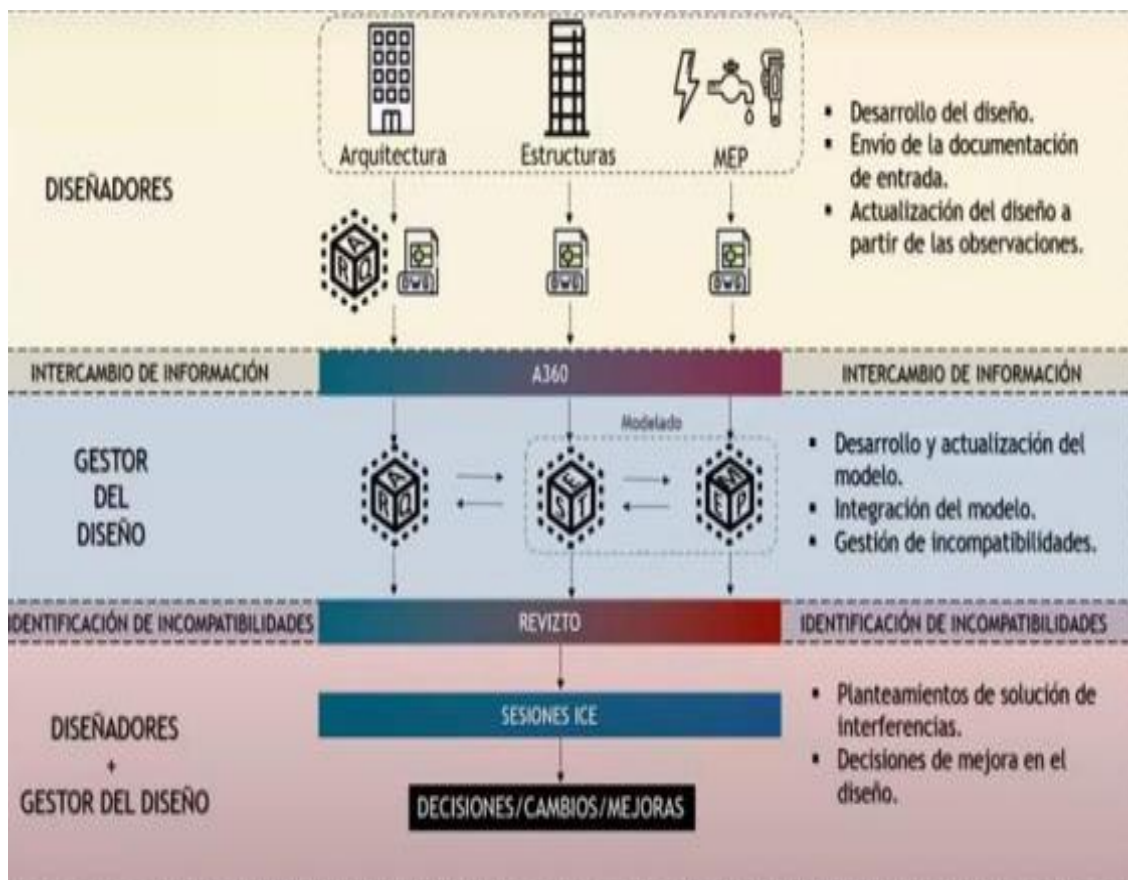
- Los diseñadores: Están a cargo de crear el diseño y emplear un método para enviar documentación de entrada para cambiar el diseño en función de las observaciones.
- Gestor del diseño: Crea, modifica e integra el modelo, solucionando cualquier incompatibilidad.

- Diseñadores y gestor de diseño: Llevan a cabo la estrategia para abordar las incompatibilidades y elegir ajustes para mejorar el diseño.

Como se ve en la figura 4, las sesiones de ICE podrían usarse para proporcionar una solución para gestionar incompatibilidades al incluir algunas responsabilidades para las personas que colaboran en el proyecto.

Figura 4

Funciones de BIM en el diseño de proyectos

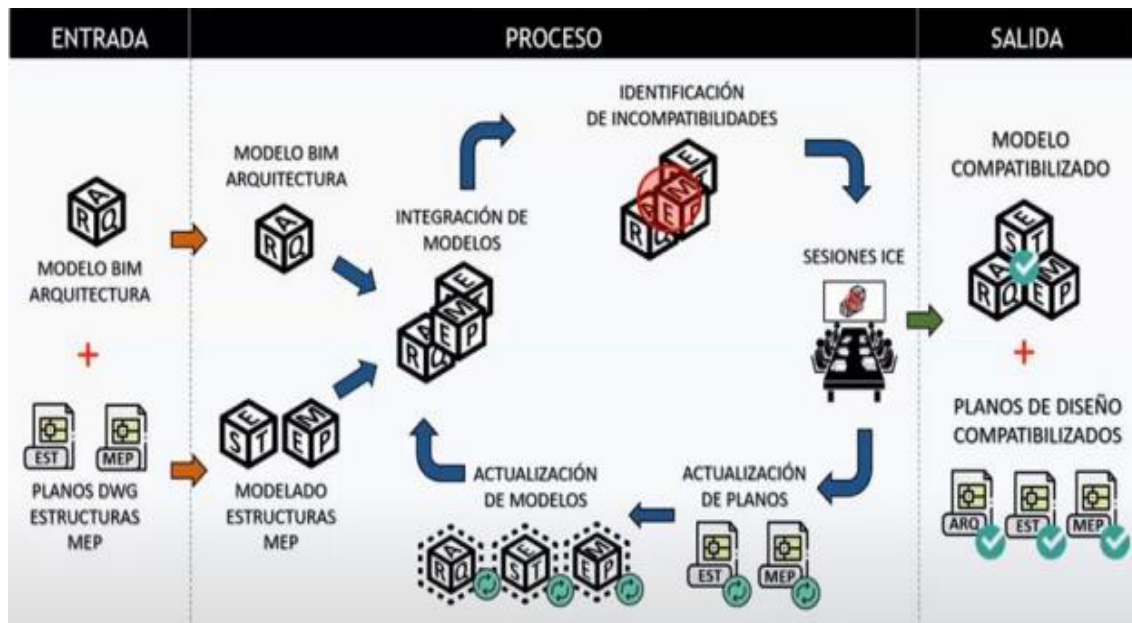


Nota. SENCICO (2020)

Desde un ángulo diferente, considerando los planos para las distintas especialidades, se crean los modelos 3D para eventualmente ser integrados en un único modelo. En donde, las incompatibilidades descubiertas durante la gestión de la integración dan lugar a sesiones ICE hasta que el modelo sea compatible, ver figura 5.

Figura 5

Proceso de compatibilización de planos con BIM



Nota. SENCICO (2020)

Debido a problemas de compatibilidad, modificaciones de diseño, etc. El control de procesos que utiliza BIM produce a menudo un entorno cíclico en el que se repite el diseño.

2.3.2 Gestión del cronograma del proyecto

Ofrece una planificación exhaustiva que especifica cuándo y cómo se cumplirán los hitos del alcance del proyecto. También actúa como una herramienta para gestionar las expectativas entre quienes participan y proporciona un marco útil para evaluar el desempeño.

El grupo de gestión de proyectos elige una estrategia de planificación, ya sea adoptando un enfoque ágil o siguiendo el camino crítico. Toda la información relevante, como actividades, fechas estimadas, duraciones, recursos, dependencias y limitaciones, se ingresa en una herramienta de planificación, culminando con la creación del cronograma final del proyecto.

2.3.2.1 Planificar la gestión del cronograma.

Lo que implica este proceso es establecer las políticas, prácticas y registros necesarios para crear, gestionar, llevar a cabo y supervisar el cronograma.

2.3.2.2 Definir las actividades.

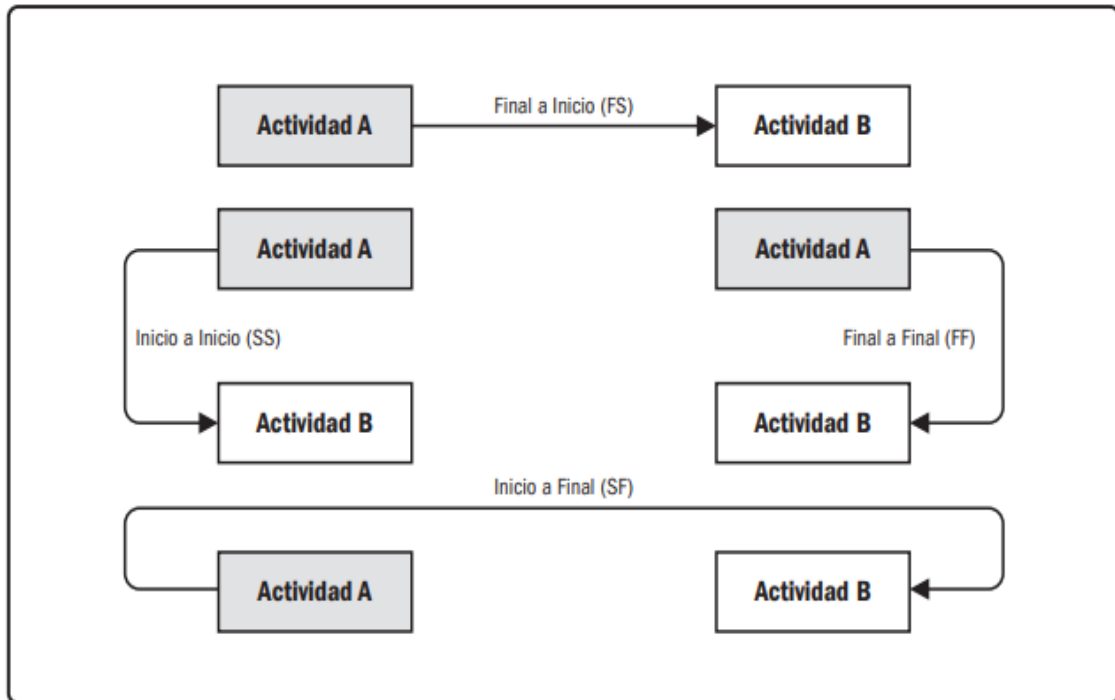
Implica identificar y documentar los pasos precisos que deben tomarse para producir los resultados previstos.

2.3.2.3 Secuenciar las actividades.

Se denomina así al proceso de identificar y registrar las conexiones entre las tareas. Hay cuatro tipos diferentes de vínculos o dependencias lógicas en el método de diagramación por precedencia (PDM), ver figura 6.

Figura 6

Métodos de Diagramación por Precedencia



Nota. Tomado de la Guía PMBOK, *Project Management Institute, Inc.*

2.3.2.4 Estimar la duración de las actividades.

Implica estimar el número de periodos de trabajo necesarios para realizar cada tarea utilizando los recursos proporcionados.

a) Juicio de expertos: Es importante tener en cuenta la experiencia de personas o grupos competentes con conocimientos o formación específicos en las siguientes áreas: planificación, gestión y control de horarios, experiencia en estimación y disciplina de aplicación.

b) Estimación análoga: es un método para calcular cuánto tiempo llevará algo o cuánto costará analizando datos de proyectos anteriores relacionados.

c) Estimación basada en tres valores: Considera la incertidumbre y el riesgo para determinar un rango de tiempo estimado para una actividad.

- Más probable (tM): Se basa en las expectativas realistas para cada actividad.
- Optimista (tO): Estima la duración en el mejor escenario para esa actividad.
- Pesimista (tP): Estima la duración en el peor escenario para esa actividad.

Se computa la duración esperada (tE), con la fórmula de la distribución triangular, la cual es el promedio de los tres valores de estimación.

2.3.2.5 Desarrollar el cronograma.

Este proceso busca desarrollar un plan de programación que dirija la ejecución, el seguimiento y el control del proyecto teniendo en cuenta el orden de tareas, la duración, los requisitos de recursos y las limitaciones del cronograma.

Método de la ruta crítica: Es un conjunto de trabajos que describe el trayecto más largo e indica el tiempo más corto que un proyecto podría tardar en completarse.

2.3.2.6 Controlar el cronograma.

Significa monitorear y gestionar los cambios en el cronograma haciendo uso de la línea base.

2.3.3 Plan de ejecución BIM (PEB)

El Plan de Ejecución BIM (PEB), es un documento que puede variar en función de los requerimientos de cada fase del proyecto puesto que cubre varios aspectos a lo largo del ciclo del proyecto.

Tras la adjudicación del contrato, el contratista principal sugiere inicialmente este plan de ejecución en un esfuerzo por responder lo mejor que pueda a las solicitudes de información del adjudicatario. El BEP final original se establecerá conjuntamente antes de que comience la etapa de desarrollo y, a medida que avance el desarrollo, podrá modificarse con el consentimiento de las partes. En aras de mantener la coherencia del trabajo bajo su dirección, puede ocasionalmente sugerir un modelo de BEP, plantilla o algo similar.

2.4 Definición de términos básicos

BIM: “El término BIM es la abreviación de *Building Information Modeling*, el cual hace referencia a un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar un edificio o infraestructura de forma colaborativa en un modelo virtual” (Succar, 2021)

Estándar BIM: Según el DS-289-2019-EF estándar BIM es el “conjunto de acuerdos sobre como compartir e intercambiar información de manera estructurada y consistente entre todos los agentes involucrados en el desarrollo de una infraestructura pública, a lo

largo del ciclo de inversión, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario” (p. 2).

Detección de conflictos: De acuerdo con Lloret (2017) “las incompatibilidades son problemas que se deben a una incorrecta representación gráfica en los planos cuando el detalle de un elemento no guarda relación con lo indicado en los demás planos. Por ejemplo, cuando una viga aparece de un ancho distinto en el plano de planta si lo comparamos con otro plano de corte o de detalle de la misma viga” (p. 17).

Días: Alude a las jornadas laborales.

Guía PMBOK: Para Assaff (2007) La guía PMBOK, que describe ideas, herramientas y procedimientos para su uso en diversos proyectos, es una publicación que recopila la experiencia de expertos activos en el *Project Management Institute*.

Modelo BIM 3D: Conforme con la Guía Nacional BIM (2021) el Modelo BIM 3D es la “representación tridimensional digital de la información de objetos a través de un software especializado” (p. 16).

Modelo de información: Según la Guía Nacional BIM (2021) es el “conjunto de contenedores de información estructurada y no estructurada. Comprende toda la documentación desarrollada durante una inversión, la cual se encuentra en una base confiable de información” (p. 16).

Modelo de programación: Para desarrollar un cronograma del proyecto y otros elementos de planificación, es necesario incluir duraciones, dependencias y otros datos de planificación en la descripción del proyecto sobre cómo se llevarán a cabo las actividades.

Plazos otorgados: Son los horarios que el cliente ha aceptado escribir para que se le preste el servicio.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

Modelando la información, se optimiza el cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

- a) Al definir las actividades con el modelo 3d se identifican las tareas que se deben llevar a cabo se mejora la construcción y se vinculan los elementos 3d del modelo.
- b) Al secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas se mejora el orden de ejecución de cada una de ellas.
- c) Al estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, se mejora el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.
- d) Al elaborar el cronograma inicial de la obra se mejora los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.

3.2 Sistema de variables

3.2.1 *Definición conceptual de las variables*

a) **Variable independiente:**

buildingSMART-España (2016), menciona que BIM es una metodología colaborativa para la gestión y creación de proyectos de construcción que incorpora información geométrica, de tiempo, costos, sostenibilidad y mantenimiento, reemplazando los sistemas tradicionales basados en planos.

b) **Variable dependiente:**

Según la Guía del PMBOK (2017) menciona que el cronograma del proyecto proporciona un modelo completo de cómo y cuándo el proyecto entregará los bienes, servicios y resultados especificados en el alcance del proyecto. También actúa como una herramienta para gestionar, informar y comunicar las expectativas de las partes interesadas.

3.2.2 Operacionalización de las variables

En la tabla 2, se observa la operacionalización de variable independiente.

Tabla 2

Operacionalización de variable independiente

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Ítem
Modelado de información de la construcción (BIM)	Según <i>buildingSMART-España</i> (2016), menciona que BIM es una metodología colaborativa para la gestión y creación de proyectos de construcción que incorpora información geométrica, de tiempo, costos, sostenibilidad y mantenimiento, reemplazando los sistemas tradicionales basados en planos.	Esta variable se va a medir con un cuestionario de elaboración propia para este estudio.	Procesos	Mapa de procesos	Cuestionario	1
			Estándar	Plan de Ejecución BIM (PEB)	Cuestionario	1
			Personas	Reuniones de coordinación	Cuestionario	19
			Herramienta tecnológica	Dimensión 4D	Cuestionario	20, 21, 22

En la tabla 3, se observa la operacionalización de variable dependiente.

Tabla 3

Operacionalización de variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Ítem
Cronograma en la etapa de diseño	Según la Guía del PMBOK (2017), menciona que el cronograma del proyecto proporciona un modelo completo de cómo y cuándo el proyecto entregará los bienes, servicios y resultados especificados en el alcance del proyecto. También actúa como una herramienta para gestionar, informar y comunicar las expectativas de las partes interesadas.	Esta variable se va a medir con un cuestionario de elaboración propia para este estudio.	Definición de las actividades	Guía del PMBOK	Cuestionario	2 al 6
			Secuencia de actividades	Guía del PMBOK	Cuestionario	7 al 12
			Estimación de la duración de las actividades	Guía del PMBOK	Cuestionario	13 al 18
			Elaboración del cronograma	Guía del PMBOK	Cuestionario	23 al 24

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El estudio se ampara en la tipología efectuada por Chavarry et al., (2023), puesto que emplea un método deductivo, en la observación se determinó las razones de la deficiente gestión de cronograma y a partir del estudio, obtener las conclusiones que expliquen o relacionen los fenómenos estudiados, es de orientación aplicada, pues se procura mejorar la gestión del cronograma, tiene un enfoque mixto, el instrumento de recolección de datos es pro-lectiva, dado que la información se recogerá bajo los criterios fijados del estudio porque el investigador elaboro fichas, para instituir, recoger, registrar la información y los datos en el estudio. La investigación es de tipo descriptiva, porque se determinó y/o describió los principales factores que conducen al éxito o al fracaso en la gestión del cronograma en la etapa de diseño; también es de tipo correlacional y explicativa, visto que, reconoce la relación causa efecto entre BIM 4D y el cronograma, brindando el conocimiento necesario para la implementación del BIM 4D en los modelos tridimensionales, de tal manera que se establezca una mejor gestión del cronograma bajo los lineamientos de la guía del PMBOK. Finalmente, el diseño es no experimental, debido a que se realizó sin manipular deliberadamente las variables, sin construir ninguna circunstancia, sino que se observaron las coyunturas y condiciones ya existentes como fruto de la ejecución de los trabajos. La investigación es transversal y prospectiva, pues se recolectan los datos en un solo momento, en un tiempo único. El diseño de estudio es de cohorte porque el fenómeno estudiado tiene causa en el presente y efecto en el futuro.

4.1 Método de la investigación

El método fue deductivo, debido que a partir del estudio se puede obtener las conclusiones que expliquen los fenómenos estudiados, de orientación aplicada, enfoque mixto y el instrumento de recolección de datos es pro-lectiva.

4.2 Tipo de investigación

Fue una tesis de investigación del tipo descriptivo, pues se detalló la gestión del cronograma durante la etapa del diseño. así mismo, explicativo y correlacional.

4.3 Nivel de investigación

Dado que el objetivo de este análisis es describir cómo se optimiza el cronograma de obra en la etapa de diseño, el nivel de investigación fue descriptivo.

4.4 Diseño de la investigación

El diseño fue no experimental, pues se completó sin alterar las variables. De acuerdo con la direccionalidad la investigación es transversal, porque se recogen los datos por una sola vez, así mismo, prospectivo y de estudio de diseño de cohorte (causa-efecto).

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

Hernández, et al., (2014) dice que una población se define como el grupo de instancias que se adhieren a un conjunto de criterios o descripciones. Dado que estas poblaciones están situadas con características únicas del tema, ubicación y momento, también es cierto que un estudio no siempre se destacará por tener una mayor población. Más bien, el valor y el calibre de un proyecto de investigación residen en la forma en que se define la población en relación con la metodología y la formulación del problema.

Se tomó como población a los centros educativos de nivel inicial en el distrito de Chuschi, registrados en la Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados Geo Perú de MINEDU, teniendo en cuenta los criterios de unidad de análisis y unidad de observación, se determinó posteriormente el tamaño de la muestra. Obteniendo de esta forma una población (N) de 32 centros educativos. En base a lo mencionado, se procedió a realizar los siguientes criterios:

a) Unidad de análisis:

La siguiente tabla 4 muestra las unidades de análisis.

Tabla 4

Unidad de análisis

Personal	Funciones
Modelador BIM	Planifica, desarrolla y supervisa proyectos de construcción de forma eficaz y cooperativa. Así mismo, producen modelos digitales tridimensionales.
Coordinador BIM	Agiliza los procesos de construcción y diseño. También, se asegura de que los modelos se integren y colaboren con eficacia.
BIM Manager	La principal función del BIM Manager es ser el supervisor o encargado de que se implemente el sistema BIM de forma correcta. Por este motivo, el BIM Manager se encarga de liderar y gestionar toda la información que proviene de los distintos departamentos y fases de forma colaborativa.

Nota. Elaboración propia

$$MAS = \frac{N}{m} \dots \dots \dots (F\acute{o}rmula II)$$

$$MAS=32/30=1.07$$

4.6 Técnicas e instrumentación de recolección de datos

4.6.1 Instrumento de recolección de datos

Para Sabino (1992) explicó:

Cualquier recurso que el investigador pueda emplear para interactuar con el fenómeno y recopilar datos de ellos. Al elegir datos que concuerden con los indicadores y, por extensión, con las variables o conceptos utilizados, el instrumento resume todo el esfuerzo de la indagación y los aportes del marco teórico.

El instrumento que se utilizó en el proyecto de tesis fue un cuestionario diseñado con preguntas cerradas bajo escala de Likert. (ver Anexo B: Cuestionario)

La Escala Likert es utilizada en la investigación social para medir actitudes a través de un instrumento de recolección de datos y categorización.

De acuerdo con Hernández et al., (2014) explicaron:

Se compone de un grupo de ítems que se expresan o emiten como juicios, seguidos de una solicitud de respuesta de los sujetos. En otras palabras, una vez que se le muestra al paciente cada afilado, se le pide que responda seleccionando uno de los cinco lugares posibles en la escala.

En donde, este instrumento debe contar con ciertos requisitos como:

a) Validez del instrumento: cuestionario

Este proceso se realizó por juicio de expertos, para lo cual se solicitó la opinión de tres profesionales con experiencia o conocimientos en la metodología BIM, quienes analizaron la pertinencia muestral del instrumento (ver Anexo D), en donde se les entregó la matriz de consistencia, matriz de operacionalización, los instrumentos de recolección de la información y las fichas de validación de los instrumentos. Con base al proceso de validación planteado, los expertos tuvieron en cuenta los objetivos del estudio en los ítems constitutivos del instrumento de recopilación de la información.

Después de tabular las calificaciones de los peritos, los valores resultantes se exhiben en la tabla 5.

Tabla 5*Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos*

Expertos	%
Misael Ludeña Aguilar Ingeniero Civil	90.7
Roger Joel Berrocal Pérez Ingeniero Civil	90.5
Johnny Jaime Núñez Escalante Ingeniero Civil	88.9
Promedio	90.03

Nota. Elaboración propia

Según la evaluación de los expertos, se precisó que la validez del instrumento es del 90.03% como se muestra en la tabla 5, lo cual indica que la validez del instrumento es muy buena dado que la puntuación obtenida se encuentra dentro del rango de valores del 81 al 90, ver tabla 6.

Tabla 6*Valores de nivel de validez de los cuestionarios*

Valores	Nivel de Validez
91 – 100	Excelente
81 – 90	Muy Bueno
71 – 80	Bueno
61 – 70	Regular
51 – 60	Deficiente

Nota. Adaptado de Chavarry et al., (2023, p. 99)**b) Fiabilidad y consistencia del instrumento**

Se utilizó el Alfa de Cronbach para evaluar la consistencia interna de los ítems y medir su correlación ya que nos proporciona una estimación cuantitativa de la fiabilidad.

4.6.2 Métodos y técnicas

Falcon y Herrera (2005) explicaron que “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (...) la aplicación de una técnica conduce a la obtención de

información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos” (p.12).

Se utilizó como técnica de recolección de datos la encuesta, ya que se recopiló la información para después analizarla.

Para García (1993) una encuesta es:

Una investigación que utiliza técnicas de interrogación estandarizadas en una muestra de individuos elegidos para reflejar un grupo más grande y ocurre durante el transcurso del día para recopilar datos sobre una variedad de rasgos demográficos, tanto objetivos como subjetivos (p. 124).

4.7 Descripción de procesamiento de análisis

A fin de realizar la tabulación de los datos se requirió del cuestionario en *Google Forms*, el uso del programa estadístico *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* y *Excel*. Posteriormente para realizar la aplicación de la metodología BIM 4D y su asociación con la guía del PMBOK, se requirió el manejo de herramientas como el Revit, Ms Project y Navisworks.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Presentación de los resultados

Se realizaron las pruebas descriptivas, de frecuencia y de fiabilidad a los datos que fueron extraídos de 30 encuestas a través de *Google Forms* a profesionales con experiencia y/o conocimientos en la metodología BIM mediante el programa *IBM SPSS STATISTICS*. A continuación, adquirimos los datos estadísticos (alfa de Cronbach, prueba de normalidad, análisis cuantitativo y análisis cualitativo) necesarios para verificar nuestra hipótesis.

Los resultados se cotejaron con las teorías planteadas anteriormente.

5.1.1 Estadísticas de la unidad de estudio

La muestra correspondió a un total de 30 centros educativos de nivel inicial. En la cual, se encuestó a los profesionales que pertenezcan al distrito de Chuschi, que cuenten con experiencia y/o conocimientos en la metodología BIM.

En la tabla 7, se presenta los géneros al que corresponden los encuestados. Indicando que el 80% del total de encuestados son varones y solo el 20% son mujeres. De los que realizaron la encuesta, 24 fueron hombres mientras que solo 6 fueron mujeres.

Tabla 7

Género de los encuestados

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Femenino	6	20	20	20
Masculino	24	80	80	100
Total	30	100	100	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 8, se presentan la profesión de los encuestados. Mostrando que un gran porcentaje de 73.3% corresponde a la profesión de Ingeniería Civil a diferencia del 26.7% que corresponde a la carrera de Arquitectura. De los presentes encuestados, 22 fueron ingenieros civiles mientras que 8 eran arquitectos.

Tabla 8*Profesión de los encuestados*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Arquitecto	8	26.7	26.7	26.7
Ingeniero civil	22	73.3	73.3	100
Total	30	100	100	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 9, los informantes con 1 a 5 años de experiencia constituyeron un 60% del total; aquellos con 6 a 10 años de experiencia representaron el 30%; por otro lado, los de 11 a 15 años de experiencia representaron el 6.7% mientras que los de 15 años de experiencia o más solo simbolizaron el 3.3% del total.

Tabla 9*Años de experiencia de los encuestados*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 a 5 años	18	60	60	60
6 a 10 años	9	30	30	90
11 a 15 años	2	6.7	6.7	96.7
15 a más años	1	3.3	3.3	100
Total	30	100	100	

Nota. Elaboración propia

5.1.2 Índice de validez del instrumento

En la tabla 10, se utiliza el coeficiente de alfa Cronbach para obtener el índice de validez del instrumento. Concorde con el criterio de: Sturmey et al., (2005) Creen que un coeficiente del alfa de Cronbach de 0,600 es el valor más bajo aceptable.

Tabla 10*Evaluación de los coeficientes de alfa de Cronbach*

Valor de alfa de Cronbach	Nivel de fiabilidad
] 0.9 – 1.0]	Excelente
] 0.7 – 0.9]	Muy Bueno
] 0.5 – 0.7]	Bueno
] 0.3 – 0.5]	Regular
] 0.0 – 0.3]	Deficiente

Nota. Avecillas y Lozano (2016)

Se obtuvieron los siguientes resultados después del procesamiento de datos utilizando el programa *IBM SPSS STATISTICS*.

Como se ve en la tabla 11, la escala general alcanzó los índices de consistencia interna de ($\alpha = 0.812$ y $\alpha = 0.814$ basada en elementos estandarizados) lo cual, refleja un nivel de fiabilidad (Muy Bueno).

Tabla 11

Estadística de fiabilidad (Alfa de Cronbach - SPSS)

Estadísticos de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0.812	0.814	24

Nota. Elaboración propia

En la tabla 12, las correlaciones para las 24 preguntas son positivas, siendo la pregunta 23 la que tuvo la mayor correlación total de 0.597. Además, se manifiesta que la consistencia interna para probar la fiabilidad del instrumento es (Muy Bueno) puesto que, el valor del alfa de Cronbach es de 0.812 y se encuentra dentro de los rangos de]0.7 – 0.9].

Tabla 12

Estadísticas de total de elemento (Alfa de Cronbach - SPSS)

Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
--	---	--	---

1.- ¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?	87.7	36.079	0.233	0.81
2.- ¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?	87.97	35.62	0.284	0.808
3.- ¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?	87.67	35.54	0.371	0.805
4.-¿Usted elabora la línea base del alcance para medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?	87.7	33.803	0.585	0.795
5.-¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?	88.03	35.689	0.292	0.808
6.-¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?	87.93	35.513	0.293	0.808
7.-¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?	87.9	36.231	0.217	0.811
8.-¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	88.97	34.102	0.456	0.8
9.-¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?	87.97	35.344	0.372	0.804
10.-¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?	88.47	35.775	0.291	0.808
11.-¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?	88.03	36.24	0.247	0.81
12.-¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?	87.7	35.321	0.348	0.805
13.-¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?	88.23	33.909	0.467	0.799
14.-¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?	88.53	34.671	0.319	0.808
15.-¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?	88.7	34.838	0.374	0.804
16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	89	35.31	0.39	0.804
17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	89.1	35.059	0.423	0.802

18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	89.37	35.895	0.324	0.807
19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	88.6	34.524	0.435	0.801
20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	88.67	34.644	0.332	0.807
21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	90	35.862	0.225	0.812
22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	89.97	35.757	0.233	0.811
23.-¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?	87.77	33.702	0.597	0.794
24.-¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?	88.17	34.902	0.38	0.804

Nota. Elaboración propia

5.1.3 Prueba de normalidad

Los resultados obtenidos en la tabla 13, nos muestra la normalidad para las 24 preguntas. El termino grado de libertad (gl) se refiere al número de coeficientes que son utilizados en el cálculo de la estadística el cual, para nuestro caso corresponde a un $gl \leq 50$ lo que significa que se empleara la prueba de Shapiro – Wilk. Por otro lado, el termino significancia (Sig.) indica cuan improbable es que los datos provengan de una distribución normal, si el valor de significancia es menor que 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal mientras que, si el valor de significancia es mayor que 0.05, entonces no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que los datos pueden seguir una distribución normal. En consecuencia, para nuestras hipótesis se trabajarán bajo una distribución no normal, por lo tanto, se usarán pruebas estadísticas no paramétricas.

Tabla 13

Tabla de prueba de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	Gl Sig.	Estadístico	gl Sig.

1.- ¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?	0.377	30	0	0.686	30	0
2.- ¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?	0.326	30	0	0.751	30	0
3.- ¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?	0.389	30	0	0.624	30	0
4.-¿Usted elabora la línea base del alcance para medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?	0.377	30	0	0.686	30	0
5-¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?	0.359	30	0	0.735	30	0
6.-¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?	0.309	30	0	0.754	30	0
7.-¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?	0.345	30	0	0.717	30	0
8.-¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	0.344	30	0	0.795	30	0
9.-¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?	0.379	30	0	0.7	30	0
10.-¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?	0.375	30	0	0.721	30	0
11.-¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?	0.412	30	0	0.669	30	0
12.-¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?	0.377	30	0	0.686	30	0
13.-¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?	0.287	30	0	0.798	30	0
14.-¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?	0.274	30	0	0.847	30	0.001
15.-¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?	0.389	30	0	0.681	30	0
16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	0.396	30	0	0.687	30	0
17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	0.39	30	0	0.703	30	0
18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	0.416	30	0	0.652	30	0

19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	0.309	30	0	0.754	30	0
20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	0.33	30	0	0.745	30	0
21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	0.295	30	0	0.775	30	0
22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	0.277	30	0	0.774	30	0
23.-¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?	0.342	30	0	0.71	30	0
24.-¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?	0.332	30	0	0.766	30	0

Nota. Elaboración propia

5.1.4 Grado de asociación entre las variables

La correlación que resulta de los datos debe oscilar entre 0 a 1 y ser siempre positivo y lo más cercano a 1 ya que esto denota una mejor calidad y una mayor correlación entre las preguntas como se ve en la tabla 14.

Tabla 14

Correlaciones binarias por Spearman

Relación	Rango
Correlación negativa perfecta	- 0.91 a - 1.00
Correlación negativa muy fuerte	- 0.76 a - 0.90
Correlación negativa considerable	- 0.51 a - 0.75
Correlación negativa media	- 0.11 a - 0.50
Correlación débil	- 0.01 a - 0.10
No existe correlación	0
Correlación positiva débil	+ 0.01 a + 0.10
Correlación positiva media	+ 0.11 a + 0.50
Correlación positiva considerable	+ 0.51 a + 0.75
Correlación positiva muy fuerte	+ 0.76 a + 0.90
Correlación positiva perfecta	+ 0.91 a + 1.00

Nota. Hernández y Fernández (1998)

Las siguientes correlaciones se determinaron a partir del análisis estadístico realizado al cuestionario.

A partir de los resultados de la prueba de confiabilidad tenemos un promedio de 0.354 de correlación positiva media, evidenciando la relación entre las preguntas mostradas en la tabla 15.

Tabla 15

Correlación total de elementos

	Correlación total de elementos corregida	Relación
1.- ¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?	0.233	Correlación positiva media
2.- ¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?	0.284	Correlación positiva media
3.- ¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?	0.371	Correlación positiva media
4.-¿Usted elabora la línea base del alcance para medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?	0.585	Correlación positiva considerable
5.-¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?	0.292	Correlación positiva media
6.-¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?	0.293	Correlación positiva media
7.-¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?	0.217	Correlación positiva media
8.-¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	0.456	Correlación positiva media
9.-¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?	0.372	Correlación positiva media
10.-¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?	0.291	Correlación positiva media
11.-¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?	0.247	Correlación positiva media
12.-¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?	0.348	Correlación positiva media
13.-¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?	0.467	Correlación positiva media
14.-¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?	0.319	Correlación positiva media

15.-¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?	0.374	Correlación positiva media
16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	0.39	Correlación positiva media
17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	0.423	Correlación positiva media
18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	0.324	Correlación positiva media
19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	0.435	Correlación positiva media
20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	0.332	Correlación positiva media
21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	0.225	Correlación positiva media
22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	0.233	Correlación positiva media
23.-¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?	0.597	Correlación positiva considerable
24.-¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?	0.38	Correlación positiva media

Nota. Elaboración propia

5.2 Contrastación de la hipótesis

5.2.1 Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis alterna (Ha):

Modelando la información, se optimiza el cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.

Hipótesis nula (Ho):

Modelando la información, no se optimiza el cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.

5.2.2 Contrastación de las hipótesis específicas

a) Hipótesis específica (1):

Hipótesis Alterna (Ha):

Al definir las actividades con el modelo 3d se identifican las tareas que se deben llevar a cabo se mejora la construcción y se vinculan los elementos 3d del modelo.

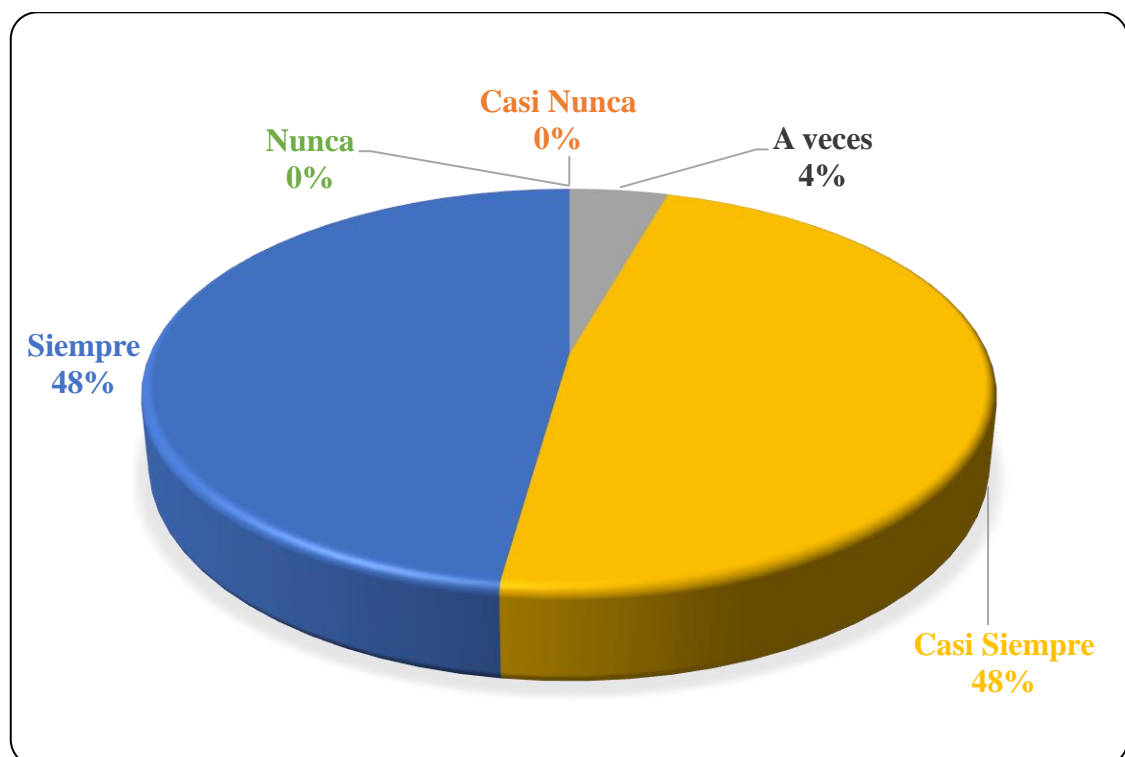
Hipótesis nula (Ho):

Al definir las actividades con el modelo 3d no se identifican las tareas que se deben llevar a cabo se mejora la construcción y se vinculan los elementos 3d del modelo.

En la figura 7, se evidencia que en un 96% de los proyectos han realizado el modelado de la información para definir las actividades, por consecuencia, se acepta la hipótesis de investigación, por otro lado, en un 4% de los proyectos se puede implementar la propuesta de mejora y de esta forma definir las actividades para asegurar el desarrollo del proyecto en centros educativos.

Figura 7

Gráfico circular del objetivo definir de actividades



Nota. Elaboración propia

b) Hipótesis específica (2):

Hipótesis Alterna (Ha):

Al secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas se mejora el orden de ejecución de cada una de ellas.

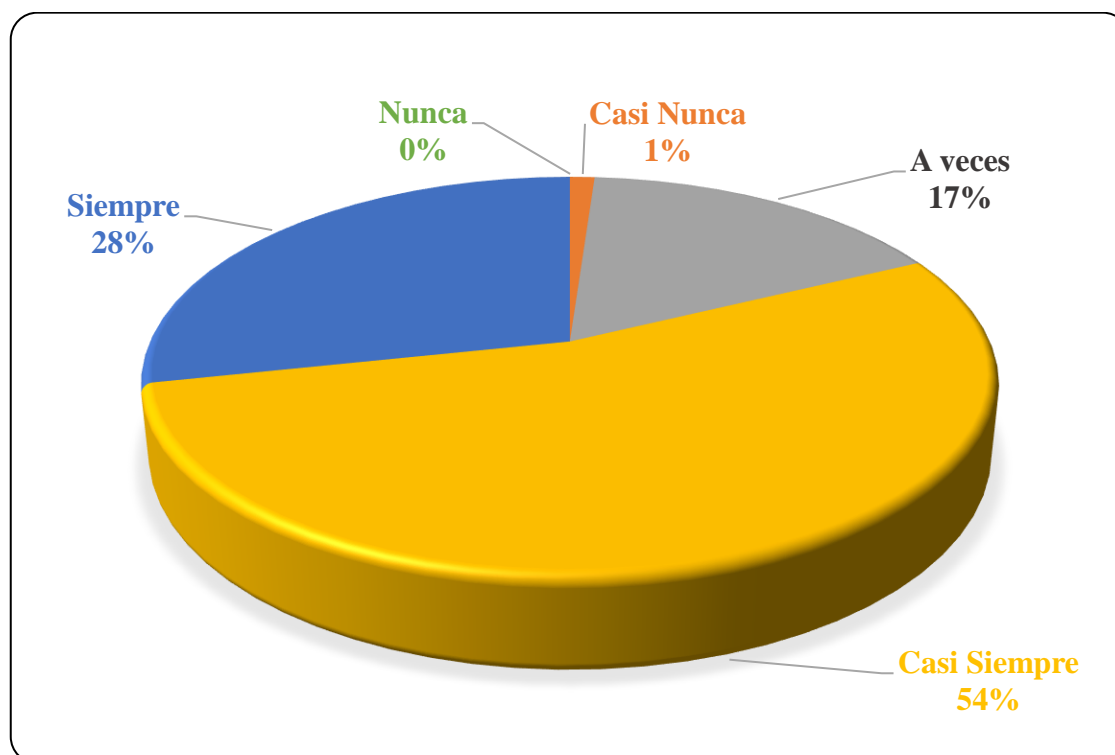
Hipótesis nula (Ho):

Al secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas no se mejora el orden de ejecución de cada una de ellas.

En la figura 8, se evidencia que en un 82% de los proyectos han realizado la secuencia de las actividades, por consecuencia, se admite la hipótesis de investigación, por otro lado, en un 18% de los proyectos se puede instaurar la propuesta de mejora y de esta forma secuenciar las actividades en los proyectos de centros educativos.

Figura 8

Gráfico circular del objetivo secuenciar las actividades



Nota. Elaboración propia

c) Hipótesis específica (3):

Hipótesis Alternativa (Ha):

Al estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, se mejora el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.

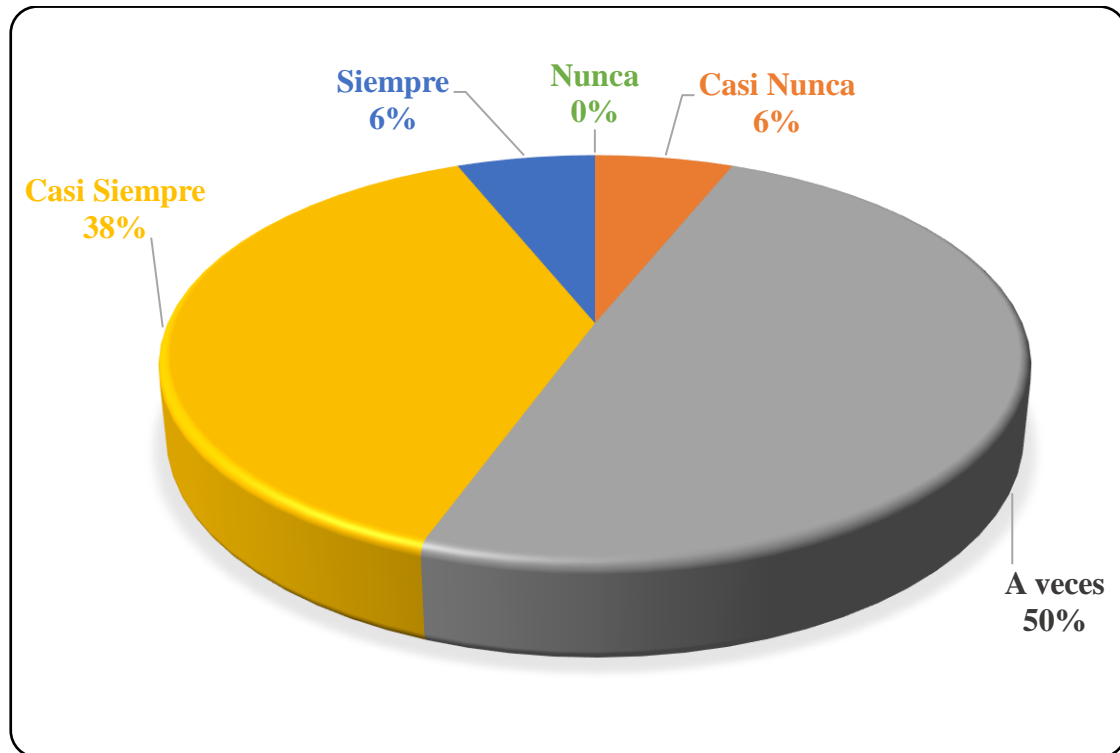
Hipótesis nula (Ho):

Al estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, no se mejora el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.

En la figura 9, se evidencia que en un 44% de los proyectos han estimado la duración de las actividades, por consecuencia, se aprueba la hipótesis de investigación, por otro lado, en un 56% de los proyectos se puede instituir la propuesta de mejora y de esta forma estimar la duración de las actividades en los proyectos de centros educativos.

Figura 9

Gráfico circular del objetivo estimar la duración



Nota. Elaboración propia

d) Hipótesis específica (4):

Hipótesis Alterna (Ha):

Al elaborar el cronograma inicial de la obra se mejora los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.

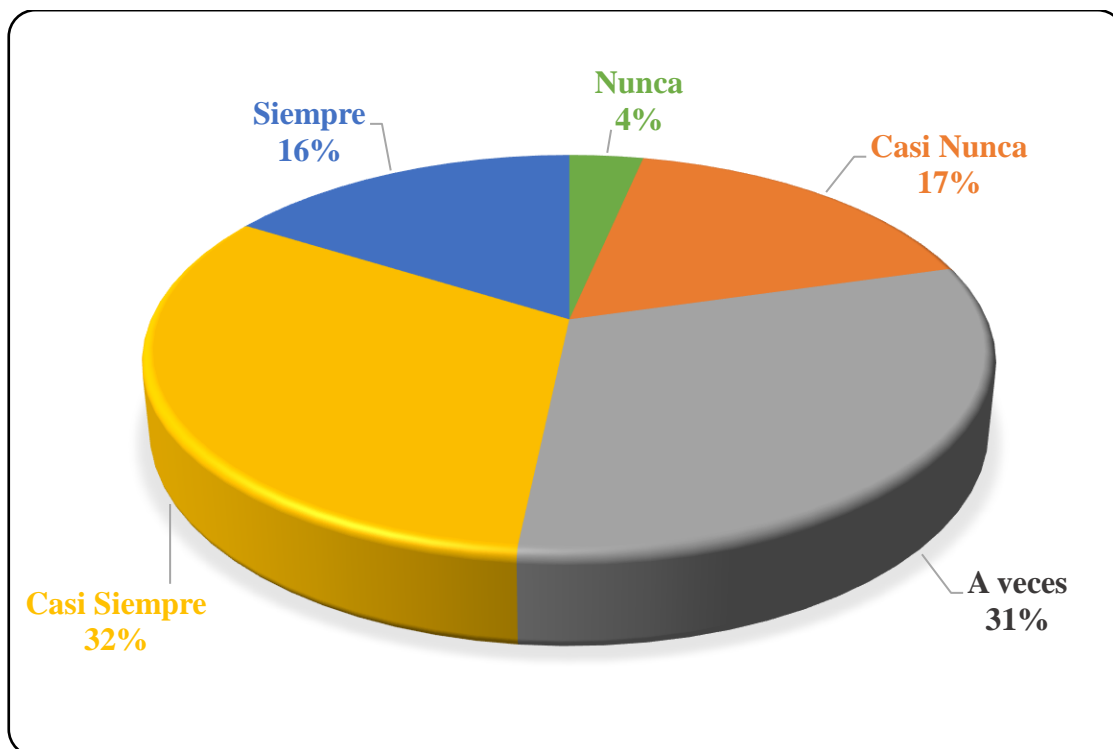
Hipótesis nula (Ho):

Al elaborar el cronograma inicial de la obra no se mejora los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.

En la figura 10, se evidencia que en un 48% de los proyectos han elaborado el cronograma inicial de la obra, por consecuencia, se acoge la hipótesis de investigación, por otro lado, en un 52% de los proyectos se puede constituir la propuesta de mejora y de esta forma elaborar el cronograma inicial de la obra en los proyectos de centros educativos.

Figura 10

Gráfico circular del objetivo elaborar el cronograma



Nota. Elaboración propia

5.2.3 Interpretación y sustentación de los resultados

En referencia a los resultados de las encuestas obtenidas por los distintos profesionales con experiencia y/o conocimientos sobre la metodología BIM en el departamento de Ayacucho, se consiguió información estadística relativa al porcentaje de aceptación como se expone en los ítems de la tabla 16, donde se define las actividades con un 96%, de manera similar para el ítem 2, donde se secuencia las actividades con un 82%, para el ítem 3, donde se estima la duración de las actividades con un 44% y finalmente para el ítem 4, donde se elabora el cronograma inicial de la obra con un 48%.

Tabla 16

Porcentaje de aceptación general de planteamiento de hipótesis

Ítems	Descripción	Aceptación
1	Definir las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo.	96 %
2	Secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas.	82 %
3	Estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.	44 %

4	Elaborar el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.	48 %
---	--	------

Nota. Elaboración propia

5.3 Análisis e interpretación de los resultados

5.3.1 Estadísticos descriptivos de la información

Se tuvieron en cuenta un total de 24 preguntas relacionadas al modelado de información para optimizar el cronograma en la etapa de diseño en centros educativos en el distrito de Chuschi, donde bajo la escala de Likert en donde, se pudo obtener los porcentajes respectivos por cada objetivo específico.

a) Definir las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo:

En la tabla 17, se puede evidenciar en el cuadro de definición de actividades, un 63.3% de los encuestados marcó la respuesta “Casi Siempre” en la pregunta 5, un 3.3% “A veces” en la pregunta 1.

Tabla 17

Definición de las actividades

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1.- ¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?	A veces	1	3.3	3.3	3.3
	Casi siempre	11	36.7	36.7	40.0
	Siempre	18	60.0	60.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
2.- ¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?	A veces	2	6.7	6.7	6.7
	Casi siempre	17	56.7	56.7	63.3
	Siempre	11	36.7	36.7	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
3.- ¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?	Casi siempre	12	40.0	40.0	40.0
	Siempre	18	60.0	60.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
	A veces	1	3.3	3.3	3.3
4.-¿Usted elabora la línea base del alcance para medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?	Casi siempre	11	36.7	36.7	40.0
	Siempre	18	60.0	60.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
	A veces	2	6.7	6.7	6.7

5.-¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?	Casi siempre	19	63.3	63.3	70.0
	Siempre	9	30.0	30.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
	A veces	2	6.7	6.7	6.7
6.-¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?	Casi siempre	16	53.3	53.3	60.0
	Siempre	12	40.0	40.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 18, se evidencia que en el cuadro resumen del objetivo 1, un 47.8% de los encuestados marcó la respuesta “Casi Siempre” y “Siempre” mientras que un 4.4% “A veces”.

Tabla 18

Cuadro resumen del objetivo definir actividades

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nunca	0	0.0	0.0	0.0
Casi Nunca	0	0.0	0.0	0.0
A veces	8	4.4	4.4	4.4
Casi Siempre	86	47.8	47.8	52.2
Siempre	86	47.8	47.8	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Nota. Elaboración propia

b) Secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas:

En la tabla 19, se puede evidenciar en el cuadro de secuencia de actividades, un 70% de los encuestados marcó la respuesta “Casi Siempre” en la pregunta 11, un 3.3% “A veces” en la pregunta 7.

Tabla 19

Secuencia de actividades

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado

7.-¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?	A veces	1	3.3	3.3	3.3
	Casi siempre	17	56.7	56.7	60
	Siempre	12	40	40	100
	Total	30	100	100	
8.-¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	Casi nunca	2	6.7	6.7	6.7
	A veces	18	60	60	66.7
	Casi siempre	9	30	30	96.7
	Siempre	1	3.3	3.3	100
9.-¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?	Total	30	100	100	
	A veces	1	3.3	3.3	3.3
	Casi siempre	19	63.3	63.3	66.7
	Siempre	10	33.3	33.3	100
10.-¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?	Total	30	100	100	
	A veces	8	26.7	26.7	26.7
	Casi siempre	20	66.7	66.7	93.3
	Siempre	2	6.7	6.7	100
11.-¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?	Total	30	100	100	
	A veces	1	3.3	3.3	3.3
	Casi siempre	21	70	70	73.3
	Siempre	8	26.7	26.7	100
12.-¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?	Total	30	100	100	
	A veces	1	3.3	3.3	3.3
	Casi siempre	11	36.7	36.7	40
	Siempre	18	60	60	100
	Total	30	100	100	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 20, se puede evidenciar en el cuadro resumen del objetivo 2, un 53.9% de los encuestados marcó la respuesta “Casi Siempre”, un 16.7% “A veces” y 0% “Nunca”.

Tabla 20

Cuadro resumen del objetivo secuenciar las actividades

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nunca	0	0.0	0.0	0.0
Casi Nunca	2	1.1	1.1	1.1

A veces	30	16.7	16.7	17.8
Casi Siempre	97	53.9	53.9	71.7
Siempre	51	28.3	28.3	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Nota. Elaboración propia

c) Estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada:

En la tabla 21, se puede evidenciar en el cuadro de estimación de la duración de las actividades, un 76.7% de los encuestados marcó la respuesta “A Veces” en la pregunta 18, un 3.3% “Casi Nunca” en la pregunta 16.

Tabla 21

Estimación de la duración de las actividades

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
13.-¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?	A veces	6	20	20	20
	Casi siempre	17	56.7	56.7	76.7
	Siempre	7	23.3	23.3	100
	Total	30	100	100	
	Casi nunca	1	3.3	3.3	3.3
14.-¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?	A veces	10	33.3	33.3	36.7
	Casi siempre	15	50	50	86.7
	Siempre	4	13.3	13.3	100
	Total	30	100	100	
	Casi nunca	2	6.7	6.7	6.7
15.-¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?	A veces	9	30	30	36.7
	Casi siempre	19	63.3	63.3	100
	Total	30	100	100	
	Casi nunca	1	3.3	3.3	3.3
16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	A veces	20	66.7	66.7	70
	Casi siempre	9	30	30	100
	Total	30	100	100	

17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	Casi nunca	2	6.7	6.7	6.7
	A veces	21	70	70	76.7
	Casi siempre	7	23.3	23.3	100
	Total	30	100	100	
18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	Casi nunca	5	16.7	16.7	16.7
	A veces	23	76.7	76.7	93.3
	Casi siempre	2	6.7	6.7	100
	Total	30	100	100	

Nota. Elaboración propia

En la tabla 22, se puede evidenciar en el cuadro resumen del objetivo 3, un 49.4% de los encuestados marcó la respuesta “a veces”, un 6.1% “siempre” y un 0% “nunca”.

Tabla 22

Cuadro resumen del objetivo estimación de la duración de las actividades

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nunca	0	0.0	0.0	0.0
Casi Nunca	11	6.1	6.1	6.1
A veces	89	49.4	49.4	55.6
Casi Siempre	69	38.3	38.3	93.9
Siempre	11	6.1	6.1	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Nota. Elaboración propia

d) Elaborar el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos:

En la tabla 23, se puede evidenciar en el cuadro de elaboración del cronograma, un 63.3% de los encuestados marcó la respuesta “Casi Siempre” en la pregunta 24, un 6.7% “Siempre” en la pregunta 19.

Tabla 23

Elaboración del cronograma

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	A veces	12	40.0	40.0	40.0
19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	Casi siempre	16	53.3	53.3	93.3
	Siempre	2	6.7	6.7	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	A veces	16	53.3	53.3	53.3
	Casi siempre	10	33.3	33.3	86.7
	Siempre	4	13.3	13.3	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	Nunca	3	10.0	10.0	10.0
	Casi nunca	16	53.3	53.3	63.3
	A veces	11	36.7	36.7	100.0
Total	30	100.0	100.0		
22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	Nunca	3	10.0	10.0	10.0
	Casi nunca	15	50.0	50.0	60.0
	A veces	12	40.0	40.0	100.0
	Total	30	100.0	100.0	
23.-¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?	A veces	1	3.3	3.3	3.3
	Casi siempre	13	43.3	43.3	46.7
	Siempre	16	53.3	53.3	100.0
Total	30	100.0	100.0		
24.-¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?	A veces	4	13.3	13.3	13.3
	Casi siempre	19	63.3	63.3	76.7
	Siempre	7	23.3	23.3	100.0
Total	30	100.0	100.0		

Nota. Elaboración propia

En la tabla 24, se puede evidenciar en el cuadro resumen del objetivo 4, un 32.2% de los encuestados marcó la respuesta “Casi Siempre”, un 17.2% “Casi Nunca” y un 0% “Nunca”.

Tabla 24*Cuadro resumen del objetivo elaboración del cronograma*

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nunca	6	3.3	3.3	3.3
Casi Nunca	31	17.2	17.2	20.6
A veces	56	31.1	31.1	51.7
Casi Siempre	58	32.2	32.2	83.9
Siempre	29	16.1	16.1	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Nota. Elaboración propia

5.3.2 Análisis de calidad

Es posible evaluar si la prestación de servicios está bajo control utilizando una variedad de enfoques cualitativos, así como algunas técnicas cuantitativas, como los gráficos. Esto se hace estableciendo si la calidad del servicio está en línea o excede los estándares establecidos por la organización o empresa. Para encontrar áreas de debilidad y realizar cambios en el proceso, la investigación proporciona gráficos de control para medir un proceso de solicitud. Utilizando gráficos de control, el análisis cuantitativo valoró la información e identificó procesos que necesitaban mayor investigación y mejora para lograr los objetivos del estudio.

(Zeynalian, 2018) explica cómo el análisis de riesgos programático avanzado es una técnica desarrollada que tiene en cuenta las variables de estudio que se utilizarán en el análisis de riesgos. El control estadístico de la calidad de la tabla 25 muestra los límites de control (LSC y LIC) para cada proceso y muestra que el 68,26% de las observaciones tienen una distribución normal y se encuentran en ese rango.

5.3.3 Análisis cuantitativo

Se identificaron y evaluaron datos medibles y verificables en el análisis cuantitativo para determinar los numerosos peligros asociados con el proyecto y el comportamiento y desempeño de las variables. A estas conclusiones se llegó utilizando una metodología de investigación lógica, estadística y objetiva. Para resaltar aún más los procesos que necesitan mayor atención, también se tuvo en cuenta el gráfico de análisis de control.

Como parte de este proceso, se aplicarán límites de control a los medios de cada procedimiento. En términos generales, el 68,26% de todos los análisis que utilizan una distribución normal se encuentran dentro de los límites de la tabla 25.

Tabla 25

Control estadístico de la calidad

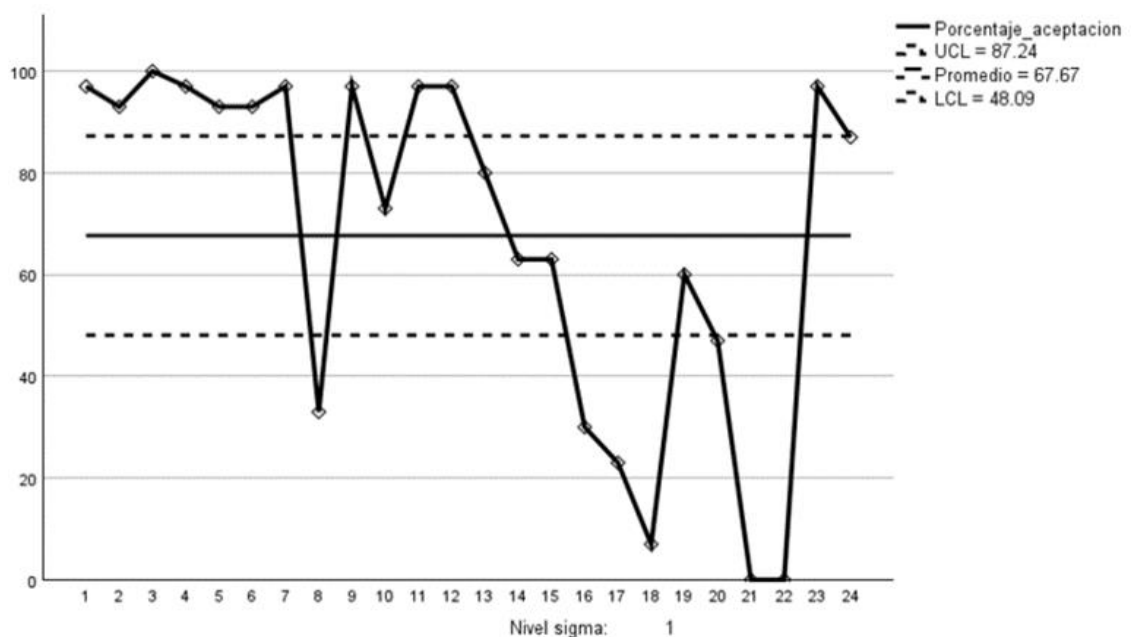
Porcentaje de los promedios de las muestras (%)	Número de errores estándar dentro de la media de la población
68.26	1 error (+ 1 s)
95.44	2 errores (+ 2 s)
99.74	3 errores (+ 3 s)

Nota. Anderson, Sweeney y Williams (2004)

En la figura 11, se muestra a los puntos que están por debajo de la línea de control como son los puntos 8,16,17,18,21 y 22 lo cual significa que se tiene que poner mayor importancia a estos seis procesos que se encuentran debajo del 48.09% y tenerlos en consideración para la propuesta de mejora. A través de la priorización de riesgos de alta prioridad y la integración de su probabilidad de ocurrencia e influencia, el análisis cuantitativo tiene como mira mejorar el desempeño del proceso del proyecto.

Figura 11

Gráfico de Control Estadístico de Calidad-Porcentaje de Aceptación



Nota. Elaboración propia

En la tabla 26, se observa claramente que las seis preguntas que están por debajo de la línea de control requieren más atención. También se debe realizar un análisis de riesgos a la hora de poner en marcha las mejoras.

Tabla 26

Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cuantitativo

Ítem	Descripción	Relación
1	8.- ¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	Baja
2	16.- ¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	Baja
3	17.- ¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	Baja
4	18.- ¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	Baja
5	21.- ¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	Baja
6	22.- ¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	Baja

Nota. Elaboración propia

5.3.4 Análisis cualitativo

Se centra en clasificar los riesgos según la importancia que se les otorgue. Para ello, asigna una probabilidad de ocurrencia para cada punto de riesgo calculado a partir de las bases de las encuestas. Además de desarrollar proyecciones de soluciones para que estos hechos no se concreten. En la figura 12, se observa el porcentaje de aceptación por pregunta del cuestionario. Con lo cual para analizar los datos cualitativos se optó por mejorar cada uno de los procesos que se encuentren por debajo del 60% de aceptación. Además, se muestran los cálculos y análisis realizados con ayuda del programa *IBM SPSS Statistics*.

Figura 12

Barra Simple del Porcentaje de Aceptación por Pregunta



Nota. Elaboración propia

En la tabla 27, se observa las 6 preguntas que están en la zona de riesgo debido a su relación baja. Se propuso mejorar los procesos que se encuentren por debajo del 60% de aceptación (figura 12), con el fin de lograr los objetivos del estudio, el cual es optimizar el cronograma en la etapa de diseño de estudios definitivos en centros educativos.

Tabla 27

Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cualitativo

Ítem	Descripción	Relación
1	8.- ¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	Baja
2	16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	Baja
3	17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	Baja
4	18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	Baja
5	19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	Regular
6	20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	Regular

7	21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	Baja
8	22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	Baja

Nota. Elaboración propia

5.3.5 Análisis de riesgos

Se produjo mediante el uso de dos procesos como son el análisis cualitativo y cuantitativo, donde el primero implica clasificar los riesgos según su probabilidad relativa de ocurrencia con el objetivo de realizar análisis y otros estudios en el futuro para determinar la probabilidad de ocurrencia y la importancia de estos riesgos, mientras que el análisis cuantitativo se centra en examinar el impacto de los riesgos registrados en función a los objetivos del estudio. Es importante señalar que, en algunas circunstancias, es posible que no sea necesario el uso de un análisis de riesgo cuantitativo. Esto se debe a que, para crear una respuesta eficiente al riesgo, se requiere una base sólida de información correcta y poder adquisitivo.

En la tabla 28, se muestran los procesos en la zona de riesgo, clasificados en niveles bajo, medio y alto. Los ítems 8,16,17,18,21,22 se ubican en la zona de riesgo alto debido a que está por debajo del 40% de la línea de control. Por otro lado, los ítems 19 y 20 están en la zona de riesgo medio debido a que se encuentran dentro del rango de 40% al 60% de aceptación. Asimismo, los ítems 1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,23 y 24 se localizan en la zona de riesgo bajo debido a que están por encima del 60% de la línea de control. Finalmente, en los procesos de riesgo medio y alto se propone realizar un plan de mejora para consumir los objetivos.

Tabla 28

Análisis de riesgo – procesos para identificar los niveles de riesgo

Ítem	Descripción	Relación
1	1.- ¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?	Riesgo Bajo
2	2.- ¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?	Riesgo Bajo
3	3.- ¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?	Riesgo Bajo

4	4.-¿Usted elabora la línea base del alcance para medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?	Riesgo Bajo
5	5.-¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?	Riesgo Bajo
6	6.-¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?	Riesgo Bajo
7	7.-¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?	Riesgo Bajo
8	8.-¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	Riesgo Alto
9	9.-¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?	Riesgo Bajo
10	10.-¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?	Riesgo Bajo
11	11.-¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?	Riesgo Bajo
12	12.-¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?	Riesgo Bajo
13	13.-¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?	Riesgo Bajo
14	14.-¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?	Riesgo Bajo
15	15.-¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?	Riesgo Bajo
16	16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	Riesgo Alto
17	17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	Riesgo Alto
18	18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	Riesgo Alto
19	19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	Riesgo Moderado
20	20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	Riesgo Moderado
21	21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	Riesgo Alto

22	22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	Riesgo Alto
23	23.-¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?	Riesgo Bajo
24	24.-¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?	Riesgo Bajo

Nota. Elaboración propia

5.4 Plan de mejora

5.4.1 Propuesta plan de mejora

Tiene la finalidad de identificar y abordar posibles áreas de mejora en la investigación. La presente propuesta tiene como objetivo perfeccionar la calidad, relevancia y rigurosidad del estudio, lo que puede resultar en una tesis más sólida y de mayor impacto. Seguidamente, se presenta la decodificación de las preguntas de las encuestas realizadas en la tabla 29.

Tabla 29

Decodificación de las preguntas del cuestionario

Ítem	Descripción	Codificación
1	1.- ¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?	PM-1-1
2	2.- ¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?	PM-1-2
3	3.- ¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?	PM-1-3
4	4.-¿Usted elabora la línea base del alcance para medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?	PM-1-4
5	5.-¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?	PM-1-5
6	6.-¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?	PM-1-6
7	7.-¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?	PM-2-7
8	8.-¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?	PM-2-8

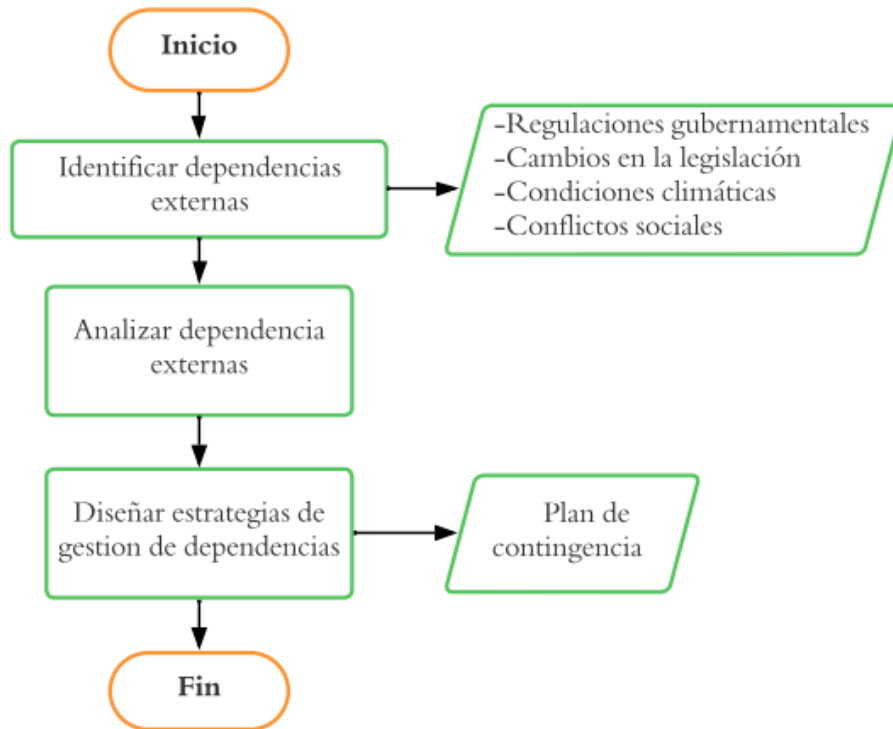
9	9.-¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?	PM-2-9
10	10.-¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?	PM-2-10
11	11.-¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?	PM-2-11
12	12.-¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?	PM-2-12
13	13.-¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?	PM-3-13
14	14.-¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?	PM-3-14
15	15.-¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?	PM-3-15
16	16.-¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?	PM-3-16
17	17.-¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?	PM-3-17
18	18.-¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?	PM-3-18
19	19.-¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?	PM-4-19
20	20.-¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?	PM-4-20
21	21.-¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?	PM-4-21
22	22.-¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?	PM-4-22
23	23.-¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?	PM-4-23
24	24.-¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?	PM-4-24

Nota. Elaboración propia

En la figura 13, se observa las dependencias externas.

Figura 13

Flujograma de dependencias externas



En la tabla 30, se observa la propuesta de mejora PM 2-8.

Tabla 30

PM-2-8

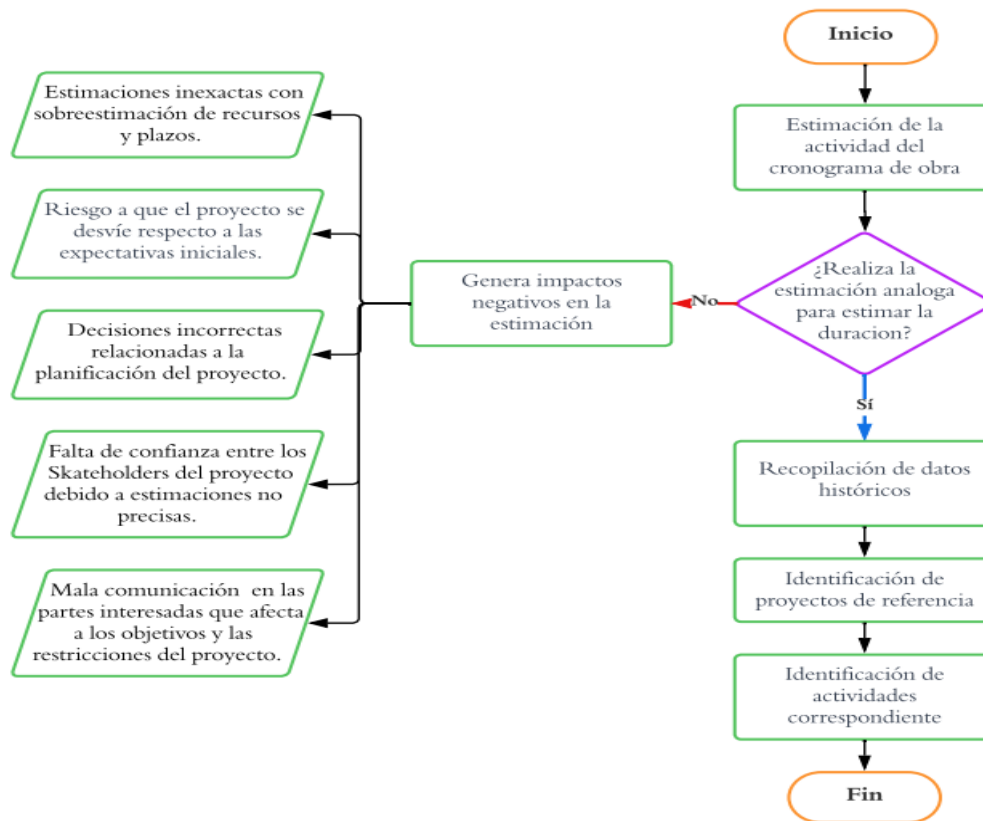
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-8.1	Realizar un análisis exhaustivo de las dependencias externas identificadas y evaluar su impacto en el proyecto.
PM-8.2	Proporciona un plan detallado para mitigar los riesgos asociados con las dependencias externas, incluyendo estrategias de contingencia y planes de respuesta a problemas.
PM-8.3	Proporciona un plan detallado para manejar situaciones en las que las dependencias externas no se cumplen según lo planeado. Esto podría incluir una estrategia para cambiar de proveedores, solicitar extensiones de tiempo o buscar alternativas viables.

Nota. Elaboración propia

En la figura 14, se observa la estimación análoga para estimar la duración.

Figura 14

Flujograma de estimación análoga para estimar la duración



En la tabla 31, se observa la propuesta de mejora PM 3-16.

Tabla 31

PM-3-16

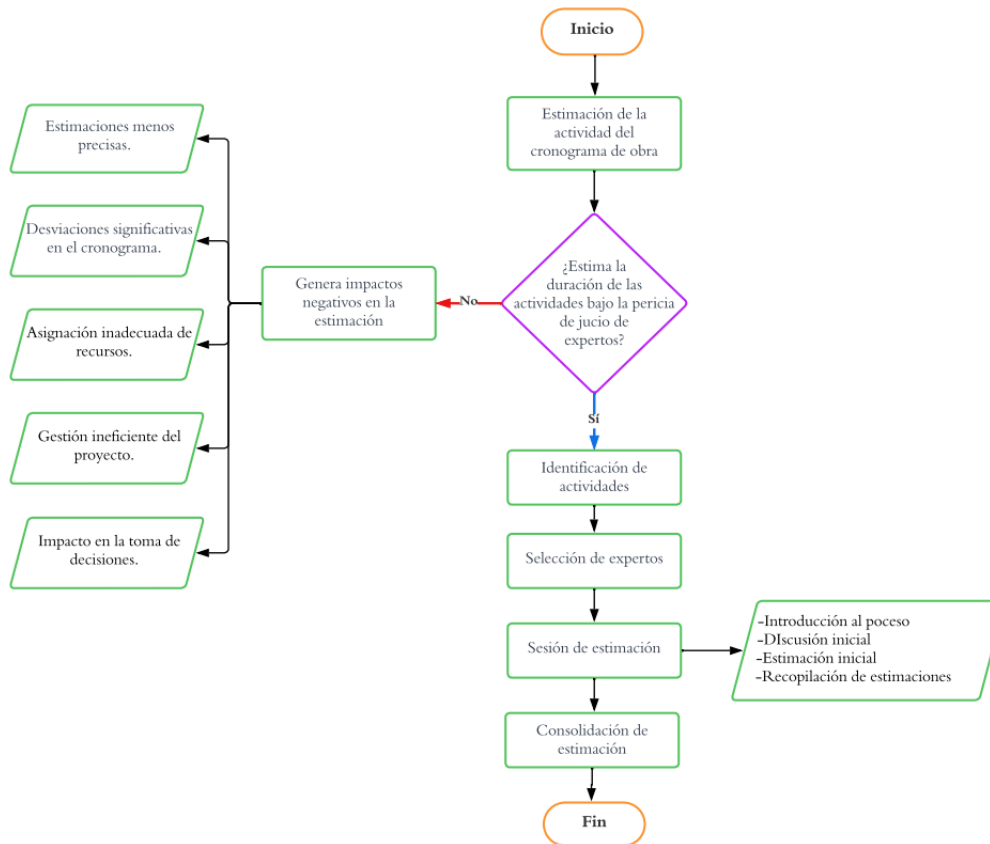
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-16.1	Realizar una recopilación exhaustiva de datos históricos de proyectos similares. Cuantos más datos precisos y relevantes puedas obtener, más sólida será la base para tus estimaciones.
PM-16.2	Elegir proyectos de referencia que sean verdaderamente comparables al proyecto actual en términos de tamaño, complejidad, industria y otros factores críticos.
PM-16.3	Realizar un análisis detallado de las diferencias entre los proyectos de referencia y el proyecto actual. Esto puede incluir diferencias en el equipo, la tecnología, el entorno y otros factores que puedan afectar la duración.
PM-16.4	Involucrar a expertos en el dominio y al equipo del proyecto para validar las estimaciones análogas. Su conocimiento y experiencia pueden enriquecer y mejorar las estimaciones

Nota. Elaboración propia

En la figura 15, se observa el flujograma de juicio de expertos.

Figura 15

Flujograma de juicio de expertos



En la tabla 32, se observa la propuesta de mejora PM 3-17.

Tabla 32

PM-3-17

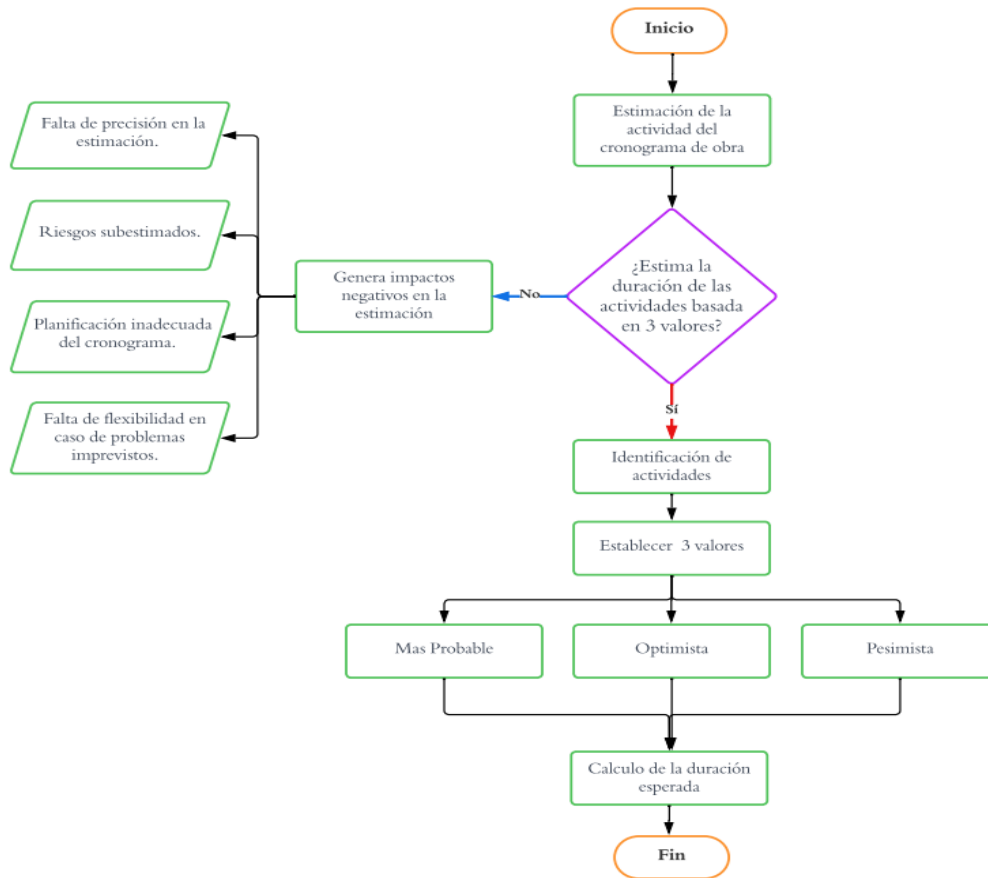
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-17.1	Establecer criterios claros para seleccionar a los expertos. Asimismo, buscar profesionales con experiencia relevante y conocimientos sólidos en el área de las actividades a estimar.
PM-17.2	Seguir un proceso estructurado y consistente para llevar a cabo la estimación. Asegurarse de que todos los expertos comprendan los pasos y su importancia.
PM-17.3	Proporcionar la información completa y detallada sobre las actividades, su secuencia, interdependencias y requerimientos. Cuanta más información tengan los expertos, más precisa será su estimación.
PM-17.4	Invita a varios expertos para evitar sesgos individuales y obtener una gama más amplia de opiniones y experiencias. Asimismo, sugiere a los expertos a discutir sus estimaciones de manera abierta y a considerar diferentes puntos de vista.

Nota. Elaboración propia

En la figura 16, se observa la estimación basada en tres valores.

Figura 16

Flujograma de estimación basada en tres valores para estimar la duración



En la tabla 33, se observa la propuesta de mejora PM3-18.

Tabla 33

PM-3-18

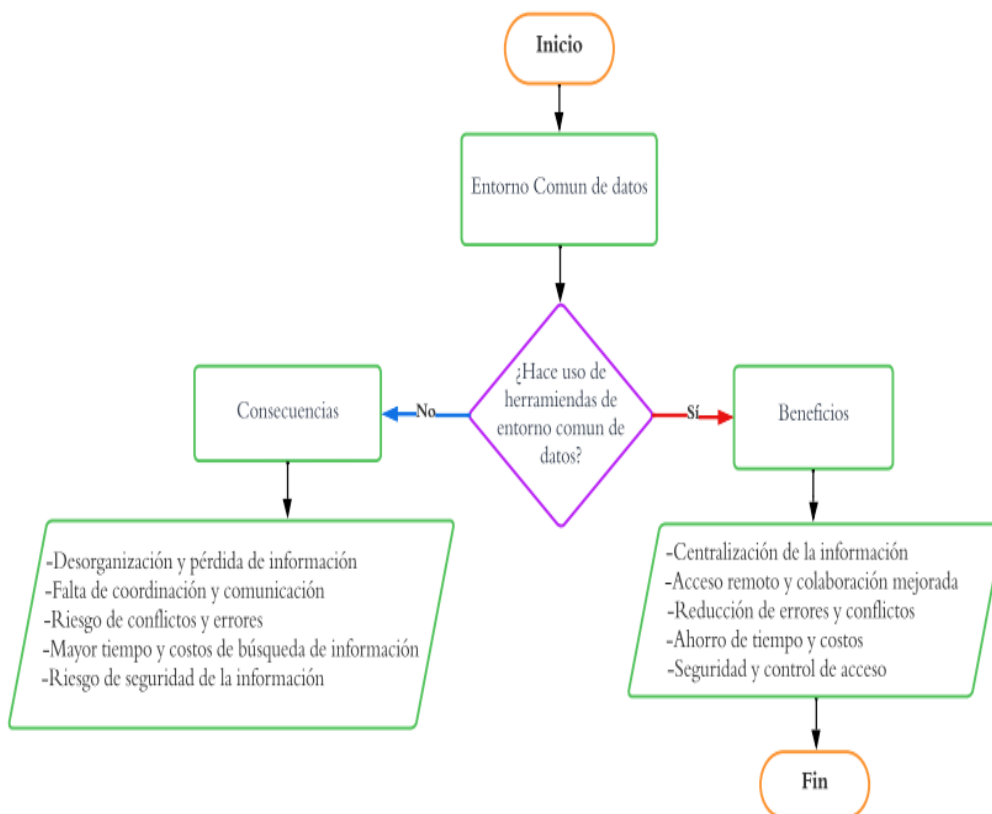
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-18.1	Explica cómo se realiza actualmente la estimación de duración en tu proyecto, y destaca los posibles desafíos o limitaciones de este enfoque.
PM-18.2	Destaca los conceptos de mejor caso (optimista), caso más probable y peor caso (pesimista), y cómo estos valores se combinan para obtener una estimación más realista y robusta.
PM-18.3	Detalla cómo introducir este nuevo método al equipo. Considera proporcionar capacitación sobre cómo establecer los tres valores y cómo calcular las estimaciones.

Nota. Elaboración propia

En la figura 17, se observa las herramientas de entorno de datos comunes.

Figura 17

Flujograma de herramientas de entorno de datos comunes



En la tabla 34, se observa la propuesta de mejora PM 4-19.

Tabla 34

PM-4-19

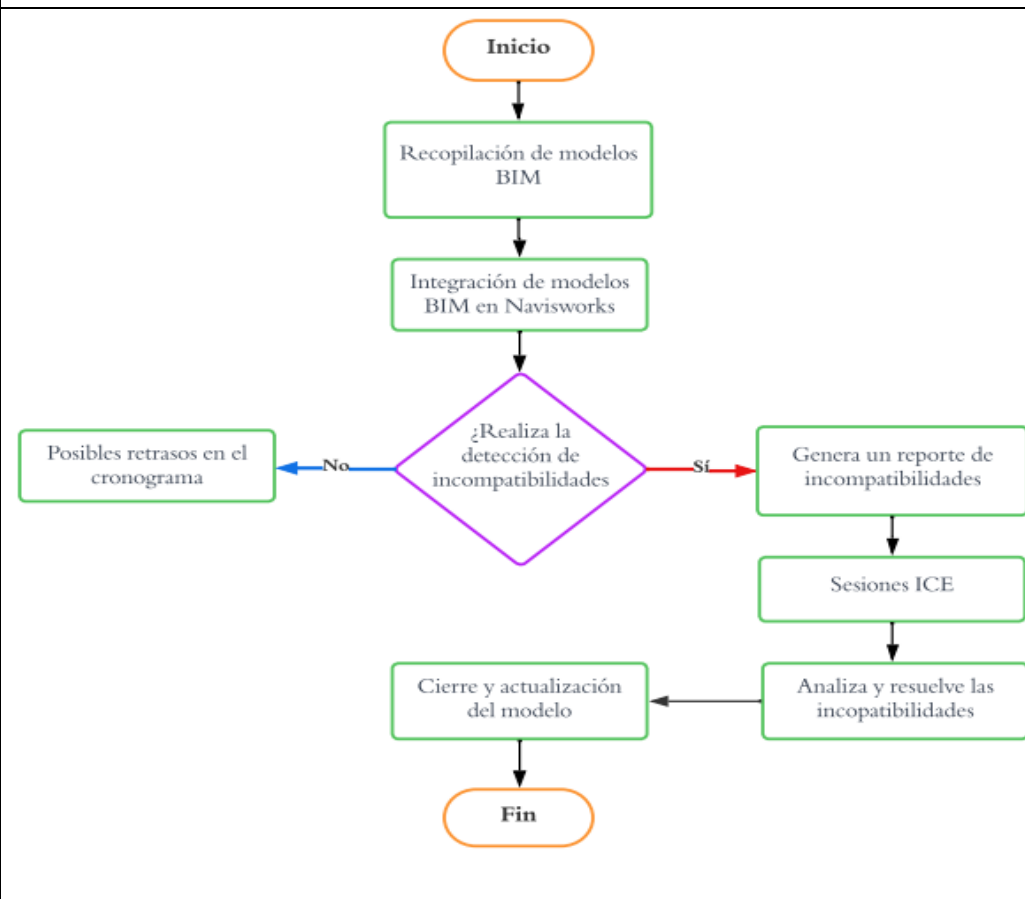
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-19.1	Se debe comenzar con un análisis detallado de cómo se está utilizando actualmente el entorno de datos comunes (CDE) y qué áreas podrían beneficiarse. Establecer metas y objetivos específicos para la implementación y uso en el proyecto.
PM-19.2	Identificar a los diferentes miembros del equipo y partes interesadas que estarán involucrados en el uso del CDE. Asimismo, proporcionar formación y capacitación adecuada a los miembros del equipo para asegurarte de que estén familiarizados con las herramientas y procesos.
PM-19.3	Fomentar una cultura de colaboración entre los miembros del equipo, enfatizando la importancia del CDE como herramienta central para compartir y acceder a la información del proyecto.

Nota. Elaboración propia

En la figura 18, se observa la detección de incompatibilidades con Navisworks

Figura 18

Flujograma de detección de incompatibilidades con Navisworks



En la tabla 35, se observa la propuesta de mejora PM 4-20

Tabla 35

PM-4-20

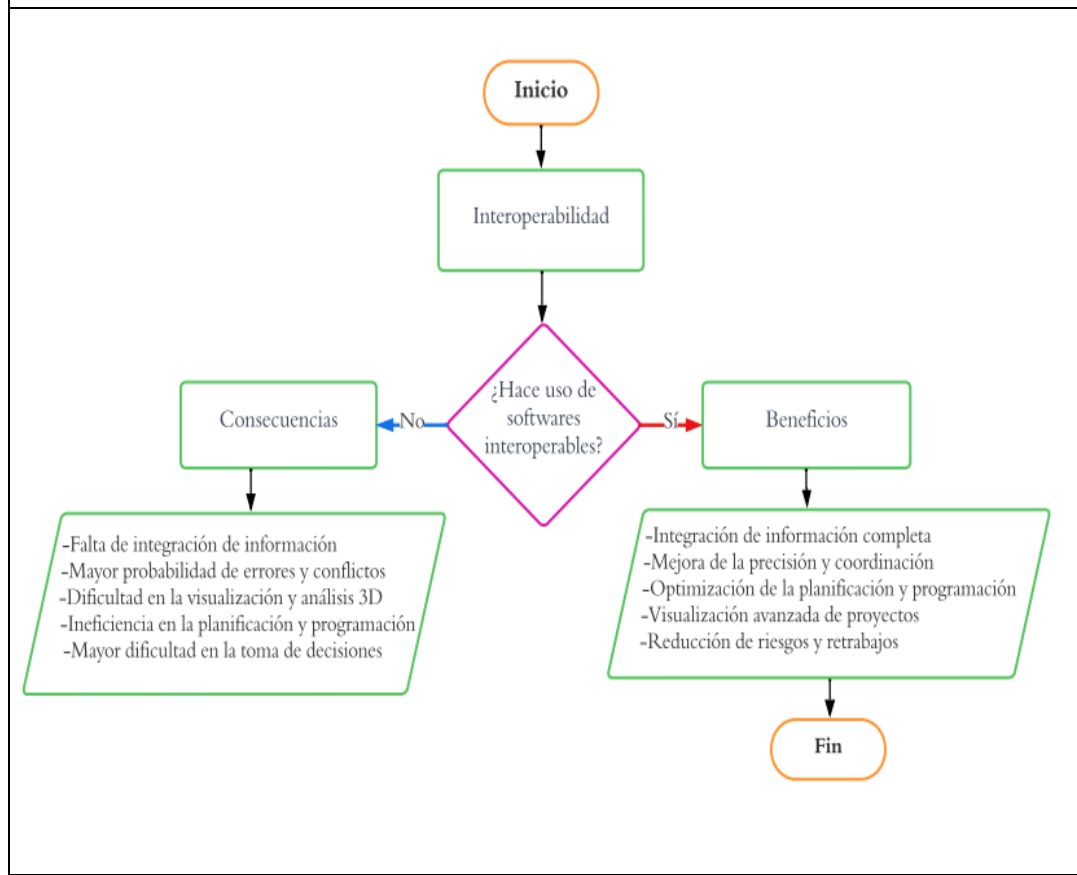
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-20.1	Promover la estandarización en la creación y el modelado de los elementos en las distintas especialidades. Esto incluye la adopción de tamaños, nombres y parámetros consistentes en todos los modelos.
PM-20.2	Fomentar la coordinación y la comunicación entre los equipos de diseño y construcción desde las etapas iniciales del proyecto. Esto ayuda a identificar problemas potenciales antes de que los modelos sean importados a Navisworks.
PM-20.3	Establecer una estructura de niveles y jerarquías de manera coherente en todos los modelos. Utilizar propiedades para etiquetar elementos y sistemas específicos, facilitando la identificación y coordinación.
PM-20.4	Brindar capacitación regular a los equipos involucrados en la importación y coordinación de modelos. Asegurarse de que comprendan cómo utilizar Navisworks y cómo resolver interferencias de manera efectiva.

Nota. Elaboración propia

En la figura 19, se observa los softwares como el Revit, Ms Project y Navisworks.

Figura 19

Flujograma de softwares como el Revit, Ms Project y Navisworks



En la tabla 36, se observa la propuesta de mejora PM 4-21

Tabla 36

PM-4-21

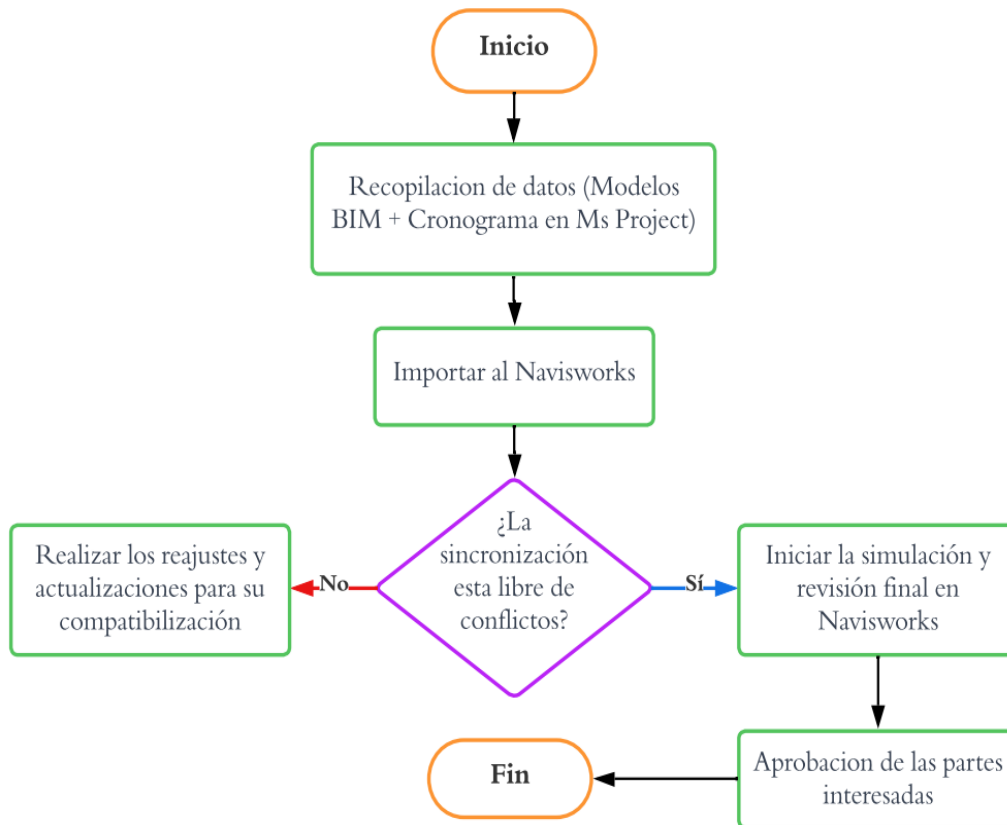
Ítem	Propuesta de Mejora
PM-21.1	Asegurarse que los modelos BIM estén completamente desarrollados y que contengan la información detallada sobre los elementos de la construcción.
PM-21.2	Se debe establecer un protocolo de sincronización regular entre Revit y Navisworks para garantizar que el modelo de construcción esté al día y refleje los cambios en el diseño.
PM-21.3	Importar el modelo de tareas y actividades desde MS Project, para que esté correctamente estructurado y refleje el cronograma de la obra.
PM-21.4	Utilizar el Navisworks para detectar y resolver interferencias entre los distintos elementos de la construcción antes de que ocurran en la obra.

Nota. Elaboración propia

En la figura 20, se observa la secuencia de la simulación constructiva.

Figura 20

Flujograma de secuencia de la simulación constructiva



En la tabla 37, se observa la propuesta de mejora PM4-22

Tabla 37

PM-4-22

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-22.1	Iniciar el proceso de modelado BIM y planificación del cronograma desde las primeras etapas del proyecto para permitir una colaboración más temprana y una toma de decisiones informada.
PM-22.2	Etiquetar y agrupar las actividades en el modelo BIM utilizando las capacidades de Navisworks. Esto facilitará la identificación y seguimiento de actividades específicas durante la simulación.
PM-22.3	Establecer un calendario regular para sincronizar los datos entre Navisworks y Ms Project. Esto asegurará que el modelo BIM y el cronograma estén siempre alineados.
PM-22.4	Utilizar las capacidades de simulación de Navisworks para evaluar diferentes escenarios de construcción y secuencias. Esto podría ayudar a identificar la opción más eficiente y realista.

Nota. Elaboración propia

5.4.2 Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora

A continuación, se mostrará las 8 propuestas del plan mejora en la tabla 30, se observa la propuesta de mejora de la secuenciación de las actividades externas

Tabla 30

Propuesta de mejora de la secuenciación de las actividades externas

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-8.1	Realizar un análisis exhaustivo de las dependencias externas identificadas y evaluar su impacto en el proyecto.
PM-8.2	Proporciona un plan detallado para mitigar los riesgos asociados con las dependencias externas, incluyendo estrategias de contingencia y planes de respuesta a problemas.
PM-8.3	Proporciona un plan detallado para manejar situaciones en las que las dependencias externas no se cumplen según lo planeado. Esto podría incluir una estrategia para cambiar de proveedores, solicitar extensiones de tiempo o buscar alternativas viables.

Nota. Elaboración propia

En la tabla 31, se observa la propuesta de mejora de la estimación análoga para estimar la duración.

Tabla 31

Propuesta de mejora de la estimación análoga para estimar la duración

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-16.1	Realizar una recopilación exhaustiva de datos históricos de proyectos similares. Cuantos más datos precisos y relevantes puedas obtener, más sólida será la base para tus estimaciones.
PM-16.2	Elegir proyectos de referencia que sean verdaderamente comparables al proyecto actual en términos de tamaño, complejidad, industria y otros factores críticos.
PM-16.3	Realizar un análisis detallado de las diferencias entre los proyectos de referencia y el proyecto actual. Esto puede incluir diferencias en el equipo, la tecnología, el entorno y otros factores que puedan afectar la duración.
PM-16.4	Involucrar a expertos en el dominio y al equipo del proyecto para validar las estimaciones análogas. Su conocimiento y experiencia pueden enriquecer y mejorar las estimaciones

Nota. Elaboración propia

En la tabla 32, se observa la propuesta de mejora bajo la pericia de juicio de expertos.

Tabla 32*Propuesta de mejora bajo la pericia de juicio de expertos*

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-17.1	Establecer criterios claros para seleccionar a los expertos. Asimismo, buscar profesionales con experiencia relevante y conocimientos sólidos en el área de las actividades a estimar.
PM-17.2	Seguir un proceso estructurado y consistente para llevar a cabo la estimación. Asegurarse de que todos los expertos comprendan los pasos y su importancia.
PM-17.3	Proporcionar la información completa y detallada sobre las actividades, su secuencia, interdependencias y requerimientos. Cuanta más información tengan los expertos, más precisa será su estimación.
PM-17.4	Invita a varios expertos para evitar sesgos individuales y obtener una gama más amplia de opiniones y experiencias. Asimismo, sugiere a los expertos a discutir sus estimaciones de manera abierta y a considerar diferentes puntos de vista.

Nota. Elaboración propia

En la tabla 33, se observa la propuesta de mejora para la estimación basada en tres valores.

Tabla 33*Propuesta de mejora para la estimación basada en tres valores*

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-18.1	Explica cómo se realiza actualmente la estimación de duración en tu proyecto, y destaca los posibles desafíos o limitaciones de este enfoque.
PM-18.2	Destaca los conceptos de mejor caso (optimista), caso más probable y peor caso (pesimista), y cómo estos valores se combinan para obtener una estimación más realista y robusta.
PM-18.3	Detalla cómo introducir este nuevo método al equipo. Considera proporcionar capacitación sobre cómo establecer los tres valores y cómo calcular las estimaciones PERT.

Nota. Elaboración propia

En la tabla 34, se observa la propuesta de mejora para las herramientas de entorno común de datos.

Tabla 34*Propuesta de mejora para las herramientas de entorno común de datos*

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-19.1	Se debe comenzar con un análisis detallado de cómo se está utilizando actualmente el entorno de datos comunes (CDE) y qué áreas podrían beneficiarse. Establecer metas y objetivos específicos para la implementación y uso en el proyecto.

PM-19.2	Identificar a los diferentes miembros del equipo y partes interesadas que estarán involucrados en el uso del CDE. Asimismo, proporcionar formación y capacitación adecuada a los miembros del equipo para asegurarte de que estén familiarizados con las herramientas y procesos.
PM-19.3	Fomentar una cultura de colaboración entre los miembros del equipo, enfatizando la importancia del CDE como herramienta central para compartir y acceder a la información del proyecto.

Nota. Elaboración propia

En la tabla 35, se observa la propuesta de mejora de detecciones de incompatibilidades en Navisworks.

Tabla 35

Propuesta de mejora de detecciones de incompatibilidades en Navisworks

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-20.1	Promover la estandarización en la creación y el modelado de los elementos en las distintas especialidades. Esto incluye la adopción de tamaños, nombres y parámetros consistentes en todos los modelos.
PM-20.2	Fomentar la coordinación y la comunicación entre los equipos de diseño y construcción desde las etapas iniciales del proyecto. Esto ayuda a identificar problemas potenciales antes de que los modelos sean importados a Navisworks.
PM-20.3	Establecer una estructura de niveles y jerarquías de manera coherente en todos los modelos. Utilizar propiedades para etiquetar elementos y sistemas específicos, facilitando la identificación y coordinación.
PM-20.4	Brindar capacitación regular a los equipos involucrados en la importación y coordinación de modelos. Asegurarse de que comprendan cómo utilizar Navisworks y cómo resolver interferencias de manera efectiva.

Nota. Elaboración propia

En la tabla 36, se observa la propuesta de mejora de los softwares como Revit, Ms Project y Navisworks.

Tabla 36

Propuesta de mejora de los softwares como Revit, Ms Project y Navisworks

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-21.1	Asegurarse que los modelos BIM estén completamente desarrollados y que contengan la información detallada sobre los elementos de la construcción.
PM-21.2	Se debe establecer un protocolo de sincronización regular entre Revit y Navisworks para garantizar que el modelo de construcción esté al día y refleje los cambios en el diseño.

PM-21.3	Importar el modelo de tareas y actividades desde MS Project, para que esté correctamente estructurado y refleje el cronograma de la obra.
PM-21.4	Utilizar el Navisworks para detectar y resolver interferencias entre los distintos elementos de la construcción antes de que ocurran en la obra.

Nota. Elaboración propia

En la tabla 37, se observa la propuesta de mejora de la secuencia de la simulación constructiva.

Tabla 37

Propuesta de mejora de la secuencia de la simulación constructiva

Ítem	Propuesta de Mejora
PM-22.1	Iniciar el proceso de modelado BIM y planificación del cronograma desde las primeras etapas del proyecto para permitir una colaboración más temprana y una toma de decisiones informada.
PM-22.2	Etiquetar y agrupar las actividades en el modelo BIM utilizando las capacidades de Navisworks. Esto facilitará la identificación y seguimiento de actividades específicas durante la simulación.
PM-22.3	Establecer un calendario regular para sincronizar los datos entre Navisworks y Ms Project. Esto asegurará que el modelo BIM y el cronograma estén siempre alineados.
PM-22.4	Utilizar las capacidades de simulación de Navisworks para evaluar diferentes escenarios de construcción y secuencias. Esto podría ayudar a identificar la opción más eficiente y realista.

Nota. Elaboración propia

5.4.3 Recomendaciones para la propuesta de mejora

Para potenciar la eficiencia en la etapa de diseño utilizando la metodología BIM, se propone integrar las prácticas de gestión de cronograma de la Guía PMBOK. Esto implica iniciar con un análisis exhaustivo de requisitos y alcance, seguido por la creación de un cronograma preliminar utilizando herramientas BIM. Posteriormente, se deben aplicar técnicas de estimación de duraciones y asignación de recursos, optimizando la secuencia de actividades para minimizar cuellos de botella. La definición de hitos clave y la implementación de un sistema de monitoreo permitirán un seguimiento preciso del progreso, facilitando la toma de decisiones oportunas y la comunicación efectiva con las partes interesadas. Finalmente, una evaluación posterior al proyecto proporcionará valiosas lecciones aprendidas para futuras implementaciones. Esta integración entre BIM

y la gestión de cronograma de la Guía PMBOK promete una planificación más precisa y una ejecución exitosa en la etapa de diseño.

5.4.4 Aplicación de la propuesta de mejora

a) Definición del cronograma del proyecto: La Guía del PMBOK destaca la importancia de crear una línea de tiempo detallada del proyecto, identificando las actividades necesarias para completar el proyecto. Para una obra de construcción, esto implica dividir el proyecto en tareas específicas, asignar recursos y estimar la duración de cada actividad.

b) Secuenciación de actividades: La guía sugiere identificar las dependencias entre las actividades del cronograma. En la construcción, ciertas tareas deben realizarse antes que otras debido a restricciones de recursos o precedencias lógicas. Por ejemplo, es necesario construir los cimientos antes de levantar las paredes.

c) Estimación de la duración de actividades: La Guía del PMBOK proporciona técnicas para estimar la duración de las actividades del proyecto. En el caso de una obra de construcción, esto puede incluir el uso de datos históricos, la experiencia del equipo, la consulta con expertos y la estimación basada en 3 valores para obtener estimaciones realistas.

d) Elaboración del cronograma: Utilizando las estimaciones de duración y la secuencia de actividades, se desarrolla un cronograma detallado para la obra en el cual los métodos como el Diagrama de Gantt y el método de la Ruta Crítica (CPM) se pueden aplicar para planificar y representar visualmente el cronograma. Además de ello, se puede aplicar la dimensión 4D de la metodología BIM, para la optimización del cronograma en la etapa de diseño.

5.5 Desarrollo del proyecto

5.5.1 Generalidades de la empresa

El consorcio Chuschi está integrado por las empresas Care ingenieros S.A con ruc N° 20603641834 con domicilio legal en pasaje. las turquesas nro. 165 urb. banco de la nación (frente al MIDIS) Ayacucho - huamanga – Ayacucho especializada en actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una sociedad anónima. Del otro lado tenemos a la empresa Ludeña consultores ejecutores y servicios generales S.A.C con RUC N°20534576146 con domicilio legal en Mza. a lote. 25 Asoc. Andrés A. Cáceres (costado del colegio Froebel) Ayacucho – Huamanga – Ayacucho inscrita como una sociedad anónima cerrada.

5.5.2 Estadística descriptiva del proyecto

a) Generales

Nombre del Proyecto: El Proyecto se denomina: “mejoramiento del servicio educativo de las instituciones educativas de nivel inicial N° 314 DE Chuschi, N° 365 de Canchacancha y N° 366 de Quispillacta, distrito de Chuschi - Cangallo – Ayacucho”

Datos de Institución Educativa:

- Nombre : I.E.I. N° 314Mx-P Chuschi
- Código Local : 077971
- Código Modular : 0471557
- Zona Censal : Rural

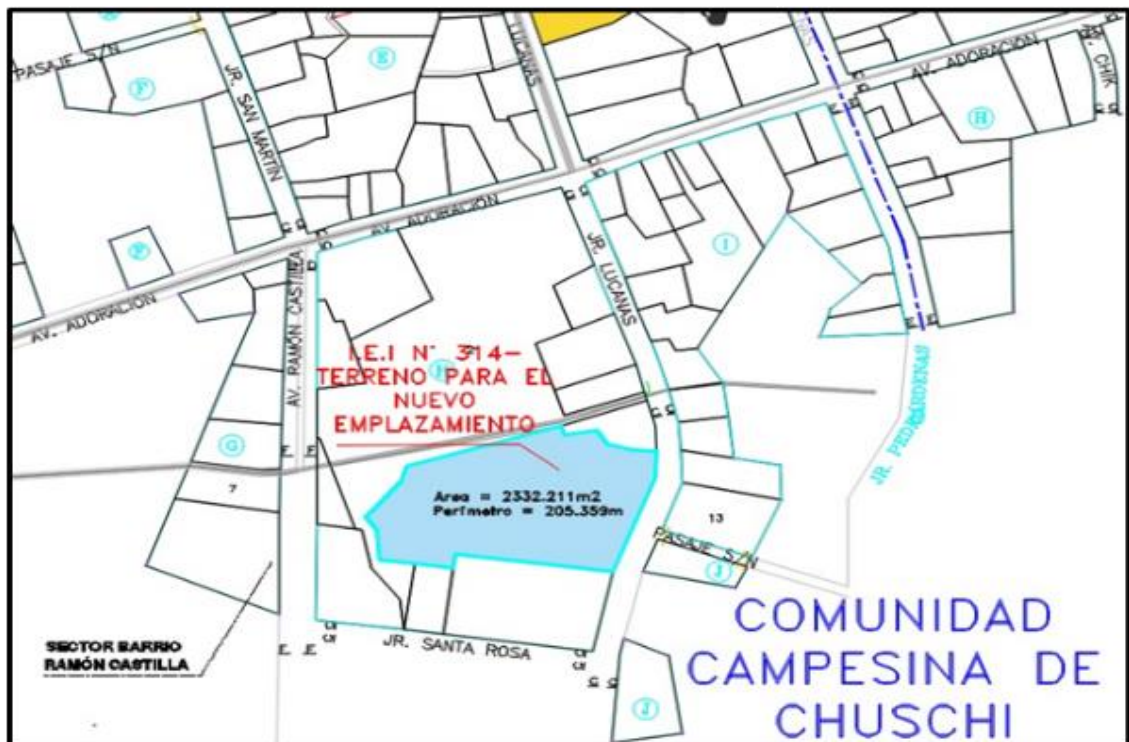
b) Ubicación del Proyecto

- Región : Ayacucho
- Provincia : Cangallo
- Distrito : Chuschi
- Centro Poblado : Chuschi

En la figura 21, se observa la localización de la institución educativa inicial.

Figura 21

Localización de Institución Educativa Inicial N° 314 – Chuschi

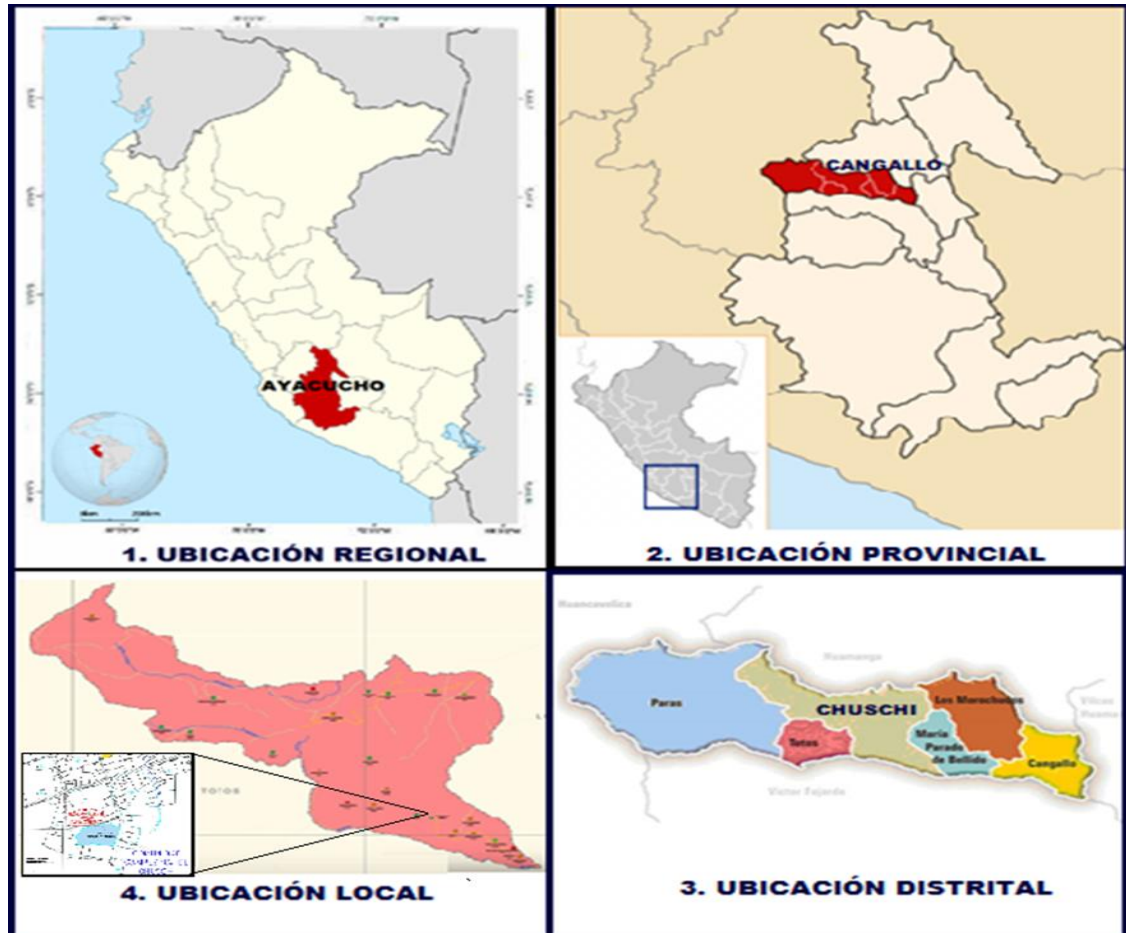


Nota. Care ingenieros S.A (2022)

En la figura 22, se observa la ubicación de la institución educativa inicial.

Figura 22

Ubicación del Proyecto a nivel distrital



Nota. Care ingenieros S.A

c) Antecedentes

La Municipalidad Distrital de Chuschi ha creado un Expediente Técnico llamado "Mejoramiento del Servicio Educativo de las Instituciones Educativas de Nivel Inicial N° 314 de Chuschi, N° 365 de Canchacancha y N° 366 de Quispillacta", para atender la demanda educativa de las escuelas en el distrito de Chuschi, Cangallo, Ayacucho. La elaboración comenzó en 2016 y está destinada a abordar tanto la creciente demanda en estas comunidades como la preocupante vulnerabilidad de las estructuras educativas actuales, principalmente construidas con tapial y adobe.

La escuela N° 314 de Chuschi, fundada en 1974, opera hace 47 años y su infraestructura de adobe sin refuerzo estructural podría ocasionar daños en caso de sismos. A solicitud

de la comunidad educativa, incluyendo el director, docentes, APAFA y la población, la Municipalidad inició la elaboración de estudios en 2016 para mejorar las condiciones de riesgo y falta de confort de las escuelas. La Sub-Gerencia de Infraestructura y Obras ha respaldado el proyecto con informes técnicos y la aprobación por parte de la OPI de la Municipalidad.

La situación negativa de la escuela N° 314 de Chuschi es que no cumple con los estándares sectoriales establecidos por el Ministerio de Educación, lo que afecta negativamente la calidad del servicio educativo. La Sub-Gerencia de Infraestructura y Obras ha emitido una opinión técnica favorable respaldando la propuesta arquitectónica del proyecto, que busca cumplir con las Normas Técnicas para el Diseño de Locales Escolares de nivel Inicial establecidas por el Ministerio de Educación. En resumen, la Municipalidad de Chuschi ha iniciado acciones para mejorar las condiciones educativas de las escuelas iniciales en respuesta a la demanda y a las deficiencias en las infraestructuras actuales, con un enfoque en la seguridad estructural y las normativas educativas.

d) Objetivo del Proyecto

Brindar adecuadas condiciones de los servicios educativos, con el propósito de otorgar un mejor servicio a los estudiantes de la I.E. N°314 de Chuschi.

e) Ficha Técnica del Proyecto

En la tabla 38, se muestra las características principales del proyecto.

Tabla 38

Ficha Técnica del Proyecto

Ficha Técnica del Proyecto	
1.- Unidad Ejecutora	
1.1.- Nombre UE	Municipalidad Distrital de Chuschi
1.2.-Dirección	Jirón lucanas S/N
1.3.-Distrito/Provincia/Región	Chuschi-Cangallo-Ayacucho
1.4.-RUC	20232797038
2.- Proyecto de Inversión Pública	
2.1.- Nombre	Mejoramiento del servicio educativo de las instituciones educativas de nivel inicial N° 314 DE Chuschi, N° 365 de Canchacancha y N° 366 de Quispillacta,

distrito de Chuschi - Cangallo - Ayacucho	
2.3.- Ubicación distrital de Proyecto	Centro Poblado de Chuschi
2.4.- Código SNIP	2319424
3.- Costo Parcial del Proyecto (Preinversión)	
3.1.-Costo Total	2,252,143.41
3.2.- Costo Directo	1,555,992.41
3.3.- Gastos Generales	140,039.32
3.4.- Utilidad	140,039.32
3.5.- IGV	330,492.79
3.6.- Expediente Técnico	38,899.81
3.7.- Gastos de Supervisión y Liquidación	46,679.77
4.- Costo Total del Proyecto (Inversión)	
4.1.- Costo Total	7,968,449.21
4.2.- Costo Directo	5,138,566.00
4.3.- Gastos Generales	642,320.75
4.4.- Utilidad	256,928.30
4.5.- IGV	1,086,806.05
4.6.- Gastos de Supervisión y Liquidación	327,798.28
4.7.- Plan de Vigilancia y Control Covid 19	106,305.28
4.8.- Mobiliario y Material Didáctico	219,034.00
4.9.- Control Concurrente OCI	148,999.22
4.10.- Expediente Técnico	41,690.67
5.- Función Programática	
5.1.- Función	Educación
5.2.- Sub-Programa	Educación Básica
5.3.- Grupo Funcional	Educación Primaria
5.4.- Fuente de Financiamiento	Ministerio de Educación - PRONIED
5.5.- Modalidad de Ejecución	Administración Indirecta - Contrata
6.- Tiempo de Ejecución del Proyecto	210 días Calendarios

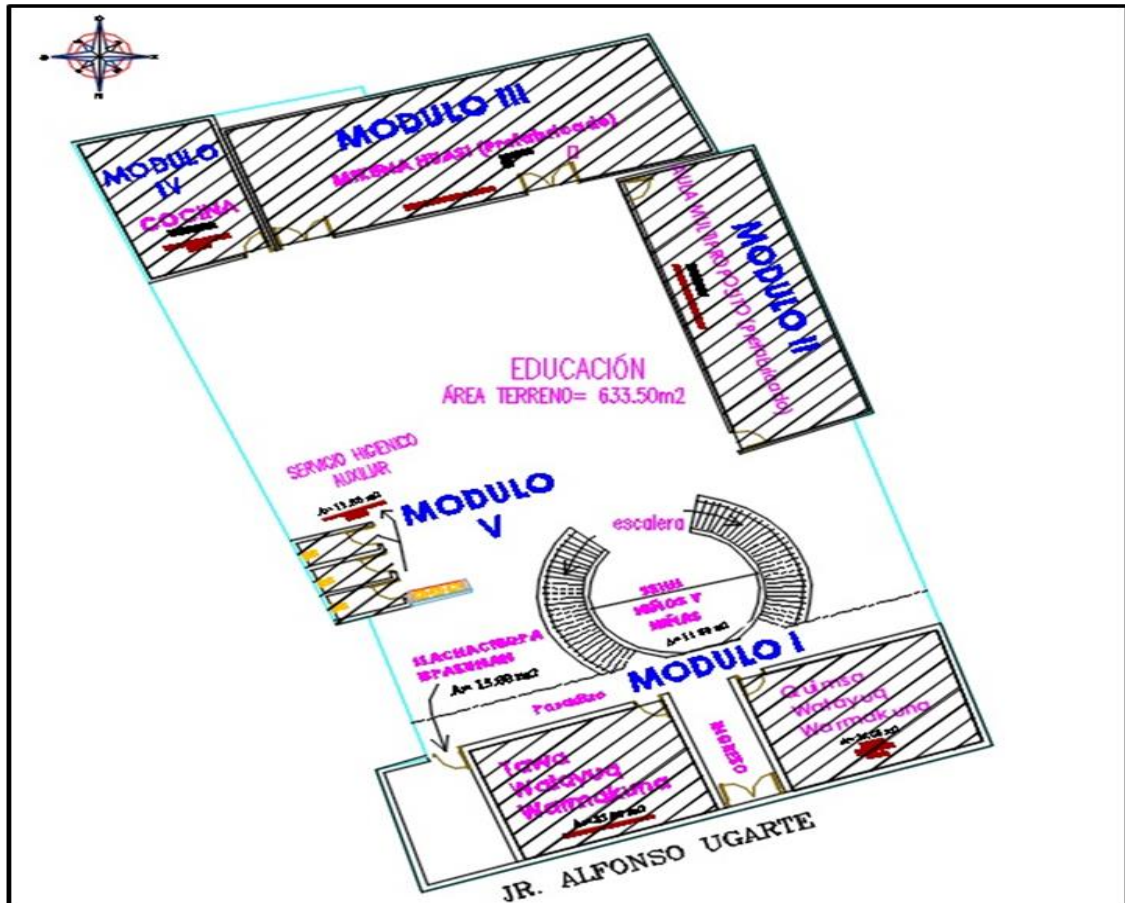
Nota. Care ingenieros S.A

5.5.3 Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora

La infraestructura existente se ubica en la localidad de Chuschi, en el Jr. Alfonso Ugarte, el mismo, no es el terreno definitivo de la institución educativa. La distribución del local escolar es el que se presenta en la siguiente figura 23.

Figura 23

Distribución de la Infraestructura existente



Nota. Care ingenieros S.A

Los módulos que albergan a la infraestructura educativa se hallan en riesgo inminente ante la ocurrencia de peligros naturales, y la vulnerabilidad física de las construcciones de tapial y adobe, que presentan serios problemas estructurales (presencia de fisuras) y las inadecuadas condiciones de confort (inadecuada iluminación y ventilación) y habitabilidad (falta de servicios higiénicos para adultos, falta de tanque de almacenamiento de agua, etc.). En su mayoría, han sido ejecutados por iniciativa de la población de la comunidad, por ello, es evidente la falta de dirección técnica en la ejecución, ver figura 24 y 25.

Figura 24

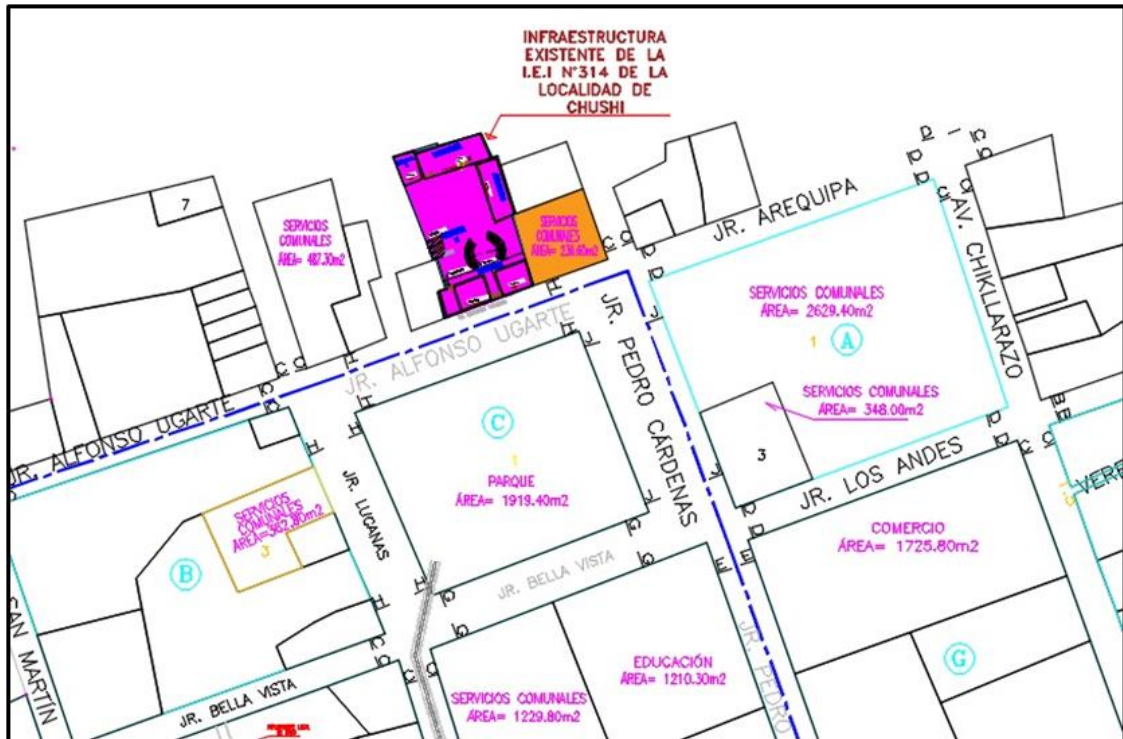
Fotografías de la infraestructura existente



Nota. Care ingenieros S.A

Figura 25

Localización del local escolar en la situación actual



Nota. Care ingenieros S.A

También es preciso mencionar, que la comunidad ha destinado un nuevo predio para la institución educativa inicial n° 314, el mismo, se halla en otro lugar de la comunidad.

La I.E. N° 314 de Chuschi, brinda servicios educativos de nivel Inicial a la población escolar entre las edades de 3 a 5 años, con agua, luz, y ambientes que a continuación se describe:

Conformado por un aula para niños/as de 03 años, un aula para niños/as de 04 años y un aula para niños/as de 05 años; asimismo la infraestructura existente cuenta con 5 Módulos.

La infraestructura existente ocupa un área de 633.50m² que resulta de la sumatoria de las áreas de los módulos I, II, III, IV, V, patio y vereda. Estos elementos serán conservados, toda vez que serán utilizados como infraestructura de contingencia ya que el nuevo emplazamiento será en terreno nuevo. A continuación, en la tabla 39, se muestran las características de los ambientes de estructura existente:

Tabla 39

Cuadro de áreas de la infraestructura existente

Codificación	Uso	Área	Estado
M - I	Aula de 03 años y 05 años. Dirección y almacén	129.70	Bueno
M - II	Aula 05 años	56.99	Regular
M - III	SUM	80.10	Regula
M - IV	Cocina	28.60	Mal Estado
M - V	Servicio Higiénico	10.15	Mal Estado

Nota. Care ingenieros S.A

Las edificaciones existentes de la I.E.I. N 314 de Chuschi cuenta con cinco módulos preexistentes, que fue construido en el año 1974 y tiene una antigüedad de 47 años. Los materiales predominantes en las paredes son el adobe, asimismo el material en los techos es de madera con cobertura de calamina, y piso de cemento pulido.

Respecto a los ambientes de adobe, se precisa que:

- La infraestructura existente será utilizada para el funcionamiento temporal de Plan de Contingencia.

- Los módulos no presentan iluminación adecuada.
- El módulo de aulas tiene un falso techo de triplay en regular estado.
- Las paredes debido a las condiciones ambientales (cambios de temperatura, humedad) y los sismos han generado con el paso del tiempo la aparición de grietas.
- La I.E. no tiene áreas de esparcimiento o áreas de juego, además, carece de señalización y equipamiento apto para la recreación lúdica y deportiva.

5.5.4 Herramientas y técnicas de control de calidad

5.5.4.1 Herramienta 1- Revit.

Se utilizó el software Revit que nos proporciona con su uso la creación de modelos digitales en 3D con inteligencia paramétrica. Además, nos facilita la parte de la documentación ya que se generan los cambios en las distintas vistas del proyecto de manera sencilla a partir del modelo 3D, agilizando de esta forma la parte de la documentación técnica. Asimismo, nos facilita la comunicación, la reducción de errores a través del trabajo colaborativo entre profesionales y nos permite tener una mejor visualización más realista del proyecto para la toma de decisiones.

5.5.4.2 Herramienta 2 - Ms Project.

En la programación de obras, se utilizó Microsoft Project junto a otras herramientas BIM para lograr una integración y colaboración más efectiva. Las funciones específicas de Microsoft Project en esta metodología incluyen la integración con modelos BIM para vincular datos 3D al cronograma, asignación precisa de recursos basada en información del modelo BIM, optimización de la secuencia de construcción a partir de datos detallados del modelo, gestión de colisiones y coordinación al enlazar programación y modelo BIM, generación de visualizaciones 4D que comunican la evolución temporal del proyecto, actualización automática del cronograma con cambios del modelo BIM, análisis y simulaciones avanzadas en colaboración con herramientas BIM.

5.5.4.3 Herramienta 3 – Naviswork.

Autodesk Navisworks es un software fundamental en la metodología BIM (*Building Information Modeling*), utilizado para coordinar, revisar y visualizar modelos 3D y datos en proyectos. En la programación de obra, Navisworks desempeña un rol esencial al permitir la integración avanzada y análisis detallados de modelos y datos de construcción. Sus funciones clave incluyen la coordinación de modelos 3D de distintas disciplinas para prevenir interferencias, la detección automática de conflictos, revisión y ajustes de diseño previos a la construcción, la incorporación de programación temporal (4D) en el modelo,

visualizaciones avanzadas, análisis y simulaciones de colisiones y montaje, colaboración en entornos virtuales compartidos, y generación de informes detallados. En resumen, Navisworks es esencial en la programación de obras en la metodología BIM al permitir la planificación precisa, la colaboración y la comunicación efectiva entre equipos.

5.5.5 Modelado de información para mejorar los tiempos del cronograma

5.5.5.1 Dimensión 3D.

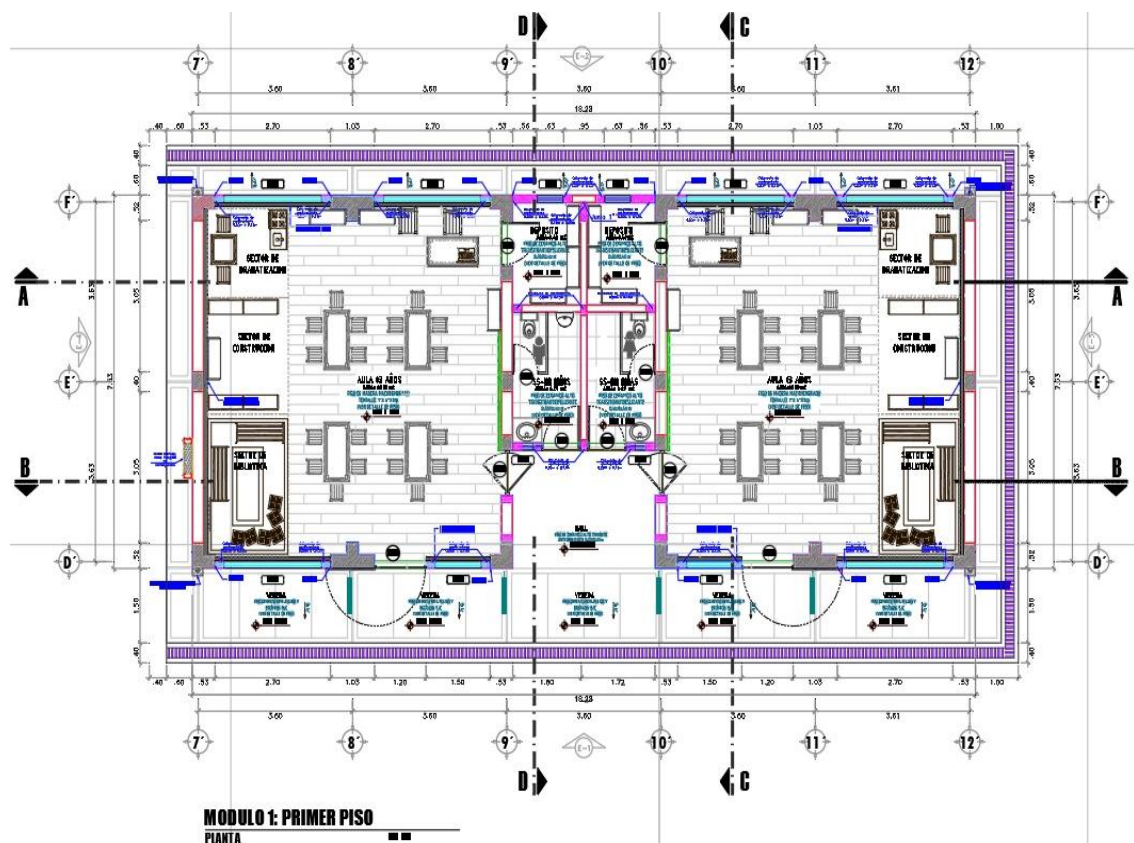
a) Registro de los planos por cada especialidad

Se adquirieron los planos del centro educativo para cada especialidad para mayor detalle ver anexo F.

En la figura 26, se puede observar el plano de arquitectura del módulo 1 el cual tiene 2 salones con capacidad de 20 alumnos por cada una de ellas. Así mismo, los salones son para niños de 2 a 3 años.

Figura 26

Vista en planta del proyecto del Módulo 1

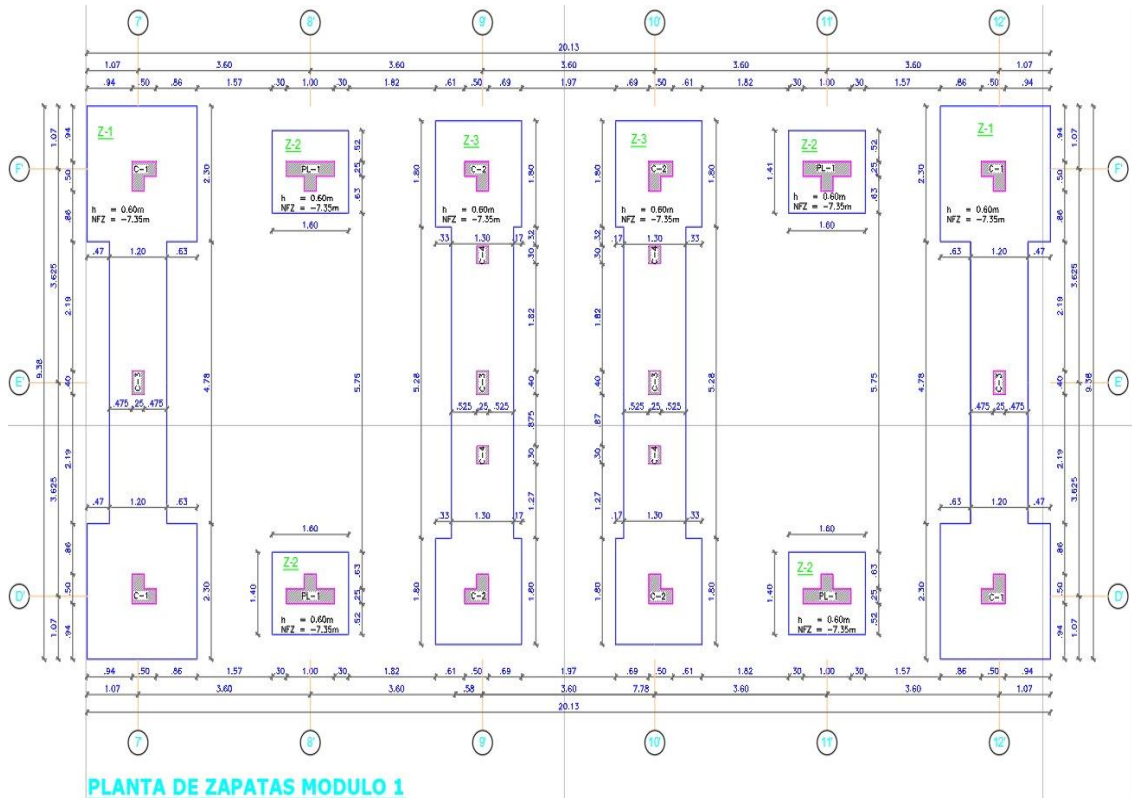


Nota. Care ingenieros S.A

En la figura 27, se puede observar el plano de zapatas del módulo 1 en cual contiene información de la cantidad de zapatas y columnas.

Figura 27

Vista en planta de Estructura del módulo 1



Nota. Care ingenieros S.A

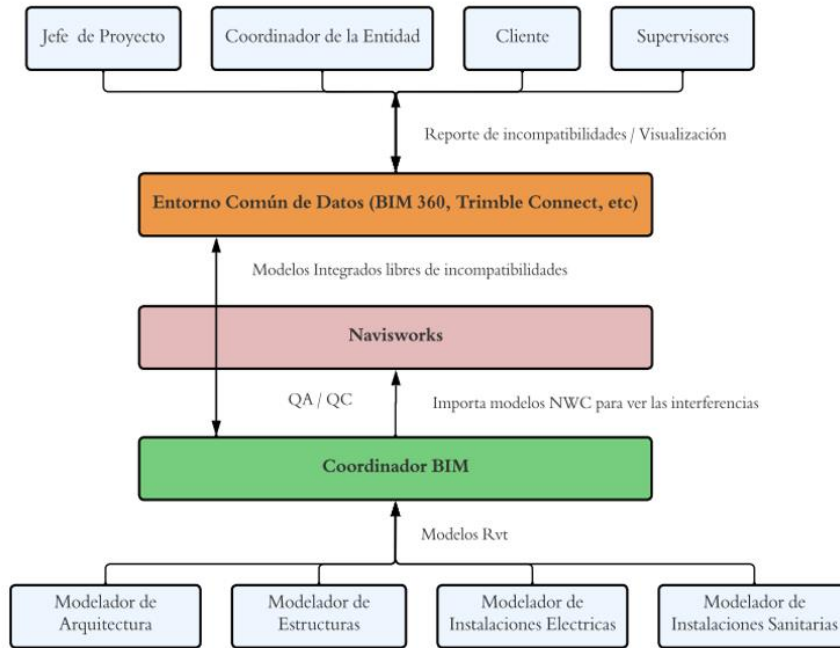
b) Proceso de modelado BIM

El nivel de detalle o desarrollo que se modelará será del nivel LOD 300 con el fin de adaptar las características seleccionadas del proyecto de acuerdo con la metodología BIM.

Iniciamos con la formación del equipo, en el cual se asignó un equipo de diseño que incluía arquitectos, ingenieros, diseñadores y expertos en BIM. Asimismo, designar un líder de equipo de diseño que sea responsable de la coordinación y ejecución del diseño, ver figura 28.

Figura 28

Organigrama del Proyecto



Nota. Elaboración propia

Después, se utilizó la metodología BIM para crear modelos 3D de las distintas especialidades detalladas del diseño preliminar, lo que nos permite una representación visual de la propuesta y asegurándonos de que el modelo BIM esté en línea con los requisitos y las expectativas del cliente, ver figura 29.

Figura 29

Visualización 3D en Revit del módulo 1



Nota. Elaboración propia

Por consiguiente, se realizó la “detección de interferencias”, proceso en donde se identifican las incompatibilidades del proyecto, esto implica detectar, localizar y entender alguna inconsistencia, interferencia o incertidumbre. en donde se puede considerar distintos tipos de incompatibilidades como, por ejemplo: el cruce físico, falta o error de interpretación geométrica, información, coordinación entre especialistas y confirmación de información.

Luego con ayuda de la función “*clash detection*” se generó el reporte de interferencias de todos aquellos sistemas y/o elementos que se estén intersectando en el proyecto. en donde, el proceso de elaboración del reporte implica, consolidar todas las incompatibilidades detectadas, en un formato Excel estandarizado, ver figura 30.

Figura 30

Reporte de incompatibilidades en Excel estandarizado

PROYECTISTAS: EST ARQ HSS HEE	REPORTE DE INCOMPATIBILIDADES										SESIONES ICE:				
											Sesión 1: / /	Sesión 6: / /	Sesión 11: / /		
											Sesión 2: / /	Sesión 7: / /	Sesión 12: / /		
											Sesión 3: / /	Sesión 8: / /	Sesión 13: / /		
											Sesión 4: / /	Sesión 9: / /	Sesión 14: / /		
											Sesión 5: / /	Sesión 10: / /	Sesión 15: / /		
N°	PISO / NIVEL	UBICACIÓN / EJES	DESCRIPCIÓN	ES	AR	IS	IE	FOTO P	FOTO S	STATUS	RESPUESTAS	SESIÓN	FUENTE DE CONSULTA	GRAVEDAD DE LA CONSULTA	AGENDA
001															
002															
003															
004															
005															
006															
007															
008															
009															
010															
011															
012															
013															
014															
015															
016															
017															
018															
019															
020															
021															
022															
023															
024															
025															
026															
027															

Nota. Elaboración propia

También, se implementó una herramienta de Entorno Común de Datos y un flujo de trabajo colaborativo para permitir el acceso a la información a los involucrados del proyecto permitiendo el desarrollo del modelo de gestión de la información, ver figura 31.

Figura 31

Herramientas de entorno común de datos



Nota. Elaboración propia

Posteriormente, se realizaron las “Sesiones ICE”, que es un espacio físico diseñado para facilitar la toma de decisiones y cooperación en tiempo real entre los grupos y disciplinas implicadas en el proyecto. En este lugar, se expone y resuelve los problemas del “Reporte de Incompatibilidades” con la finalidad de brindar soluciones y aportar ingeniería de valor al proyecto y finalmente se obtenga como resultado un modelo actualizado libre de incompatibilidades, ver figura 32.

Figura 32

Diseño de sala para las sesiones ICE



Nota. Colaborativo (2020)

5.5.5.2 Dimensión 4D - Gestión del Cronograma del Proyecto.

Con la dimensión 4D se incorpora el tiempo para hacer esto, se debe crear un plan de gestión del cronograma del proyecto utilizando los criterios proporcionados por la Guía del PMBOK del PMI (*Project Management Institute*).

a) Planificar la Gestión del Cronograma

El cronograma se planifica, desarrolla, gestiona, ejecuta y controla mediante el establecimiento de políticas, procesos y documentación en este proceso.

b) Definir las Actividades

Este proceso divide las tareas en actividades programables, lo que ayuda con la estimación, programación, ejecución, seguimiento y control. También se utiliza para aplicar una gestión eficaz durante todo el proyecto.

En el anexo G, se observa las partidas o actividades que representan una gran incidencia en el proyecto las cuales correspondían a la especialidad de estructuras – Obras de Concreto Armado.

c) Secuenciar las Actividades

En este apartado se definió las dependencias entre las tareas del proyecto haciendo uso de programas como el Ms Project que nos ayudan a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades.

d) Estimar la Duración de las Actividades

En esta etapa, se requieren mediciones 3D de los componentes para calcular cuánto tiempo requerirá cada actividad del proyecto. De manera similar, también se requieren los rendimientos de la empresa sobre cada uno de ellos para predecir cuánto tiempo llevará cada acción ver anexo H.

Sin embargo, con la finalidad de poder contrastar más adelante la duración estimada de las actividades brindada por la empresa, se procedió a realizar la estimación bajo juicios de expertos y a su vez la estimación basada en tres valores para las actividades señaladas en la tabla 40.

Tabla 40

Estimación basada en tres valores

Ítem	Descripción	Optimista (tO)	Más Probable (tM)	Pesimista (tP)	Duración Esperada (tE)
2.03	Obras de concreto armado				
02.03.01	Zapatas				

02.03.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	23	26	27	25
02.03.01.02	Acero grado 60 fy=4,200 kg/cm2	23	25	26	25
02.03.01.03	Curado de concreto con aditivo en	30	30	30	30
02.03.02	Vigas de cimentación				
02.03.02.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2	22	25	26	24
02.03.02.02	Encofrado y desencofrado	21	24	25	23
02.03.02.03	Acero grado 60 fy=4,200 kg/cm2	21	23	24	23
02.03.02.04	curado de concreto con aditivo	30	30	30	30
02.03.05	Muros reforzados				
02.03.05.03	Placas				
02.03.05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	27	30	31	29
02.03.05.03.02	Encofrado y desencofrado	28	31	32	31
02.03.05.03.03	Acero grado 60 fy=4200 kg/cm2	13	15	16	15
02.03.05.03.04	curado de concreto con aditivo	49	49	49	49
02.03.06	Columnas				
02.03.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	27	30	31	29
02.03.06.02	Encofrado y desencofrado	29	31	32	31
02.03.06.03	Acero grado 60 fy=4200 kg/cm2	14	15	16	15
02.03.06.04	curado de concreto con aditivo	49	49	49	49
02.03.08	Vigas				
02.03.08.01	Vigas principales				
02.03.08.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	29	30	31	30
02.03.08.01.02	Encofrado y desencofrado	25	30	31	28
02.03.08.01.03	Acero grado 60 fy=4200 kg/cm2	28	30	31	29
02.03.08.01.04	curado de concreto con aditivo	48	48	48	47
02.03.09	Losas				
02.03.09.02	Losa aligerada				
02.03.09.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	28	30	31	30
02.03.09.02.02	Encofrado y desencofrado	26	30	31	29
02.03.09.02.03	Acero grado 60 fy=4,200 kg/cm2	28	30	31	30
02.03.09.02.04	Ladrillo hueco de arcilla 15x30x30cm	25	30	32	29
02.03.09.02.05	curado de concreto con aditivo	48	48	48	48

Nota. Elaboración propia

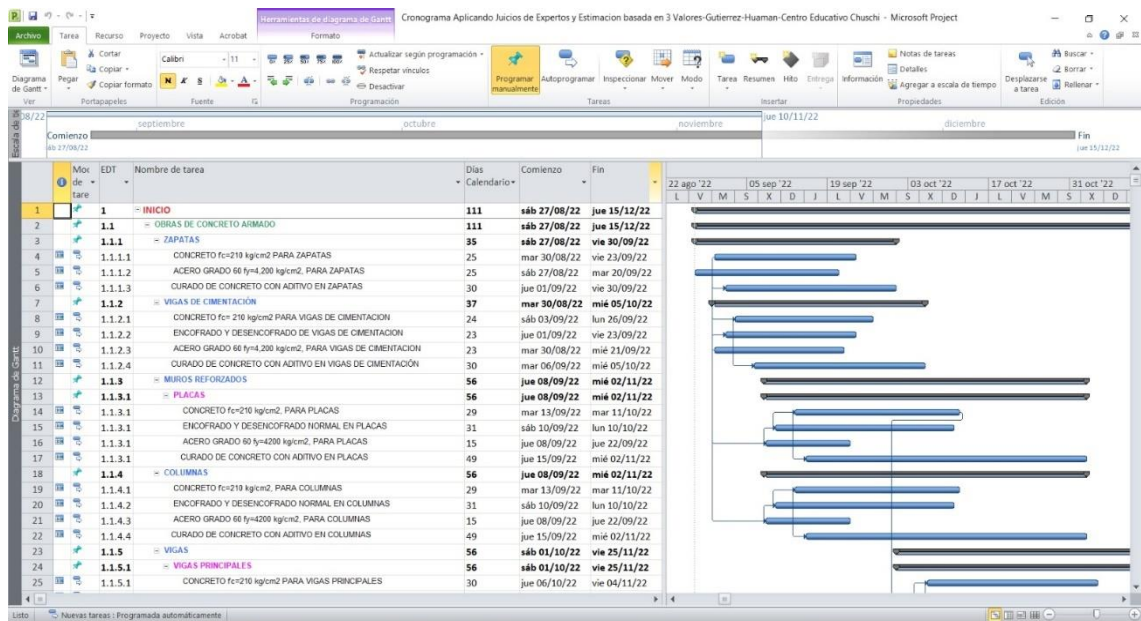
e) Desarrollar el Cronograma

Se visualizó de manera detallada el cronograma inicial para la etapa de diseño realizado por la entidad, en donde se propuso optimizar una parte del cronograma de la especialidad de estructuras aplicando la metodología BIM 4D y la guía del PMBOK, en especial las tareas críticas ya que estas no se pueden retrasar porque afectarían con la finalización del proyecto y también porque representan la mayor incidencia en el proyecto. En el anexo I, se muestra el del diagrama Gantt de la especialidad de estructuras proporcionado por la empresa.

Una vez identificada la ruta crítica de la especialidad de estructura se procedió a realizar un nuevo diagrama Gantt en Ms Project, ver figura 33, con las actividades y la estimación basada en tres valores de la tabla 40.

Figura 33

Diagrama Gantt en Ms Project

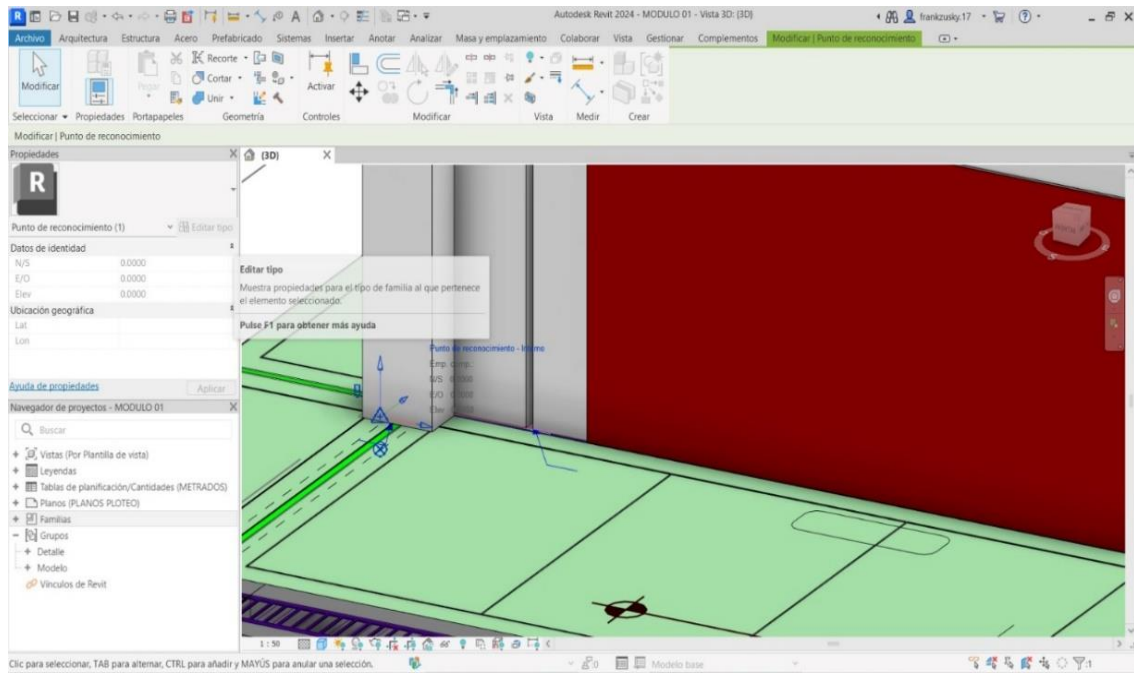


Nota. Elaboración propia

Luego, para realizar un modelado 4D adecuado, es necesario preparar los modelos 3D en Revit previamente y revisar que cada modelo 3D tenga el mismo punto de emplazamiento, ver figura 34.

Figura 34

Punto de emplazamiento

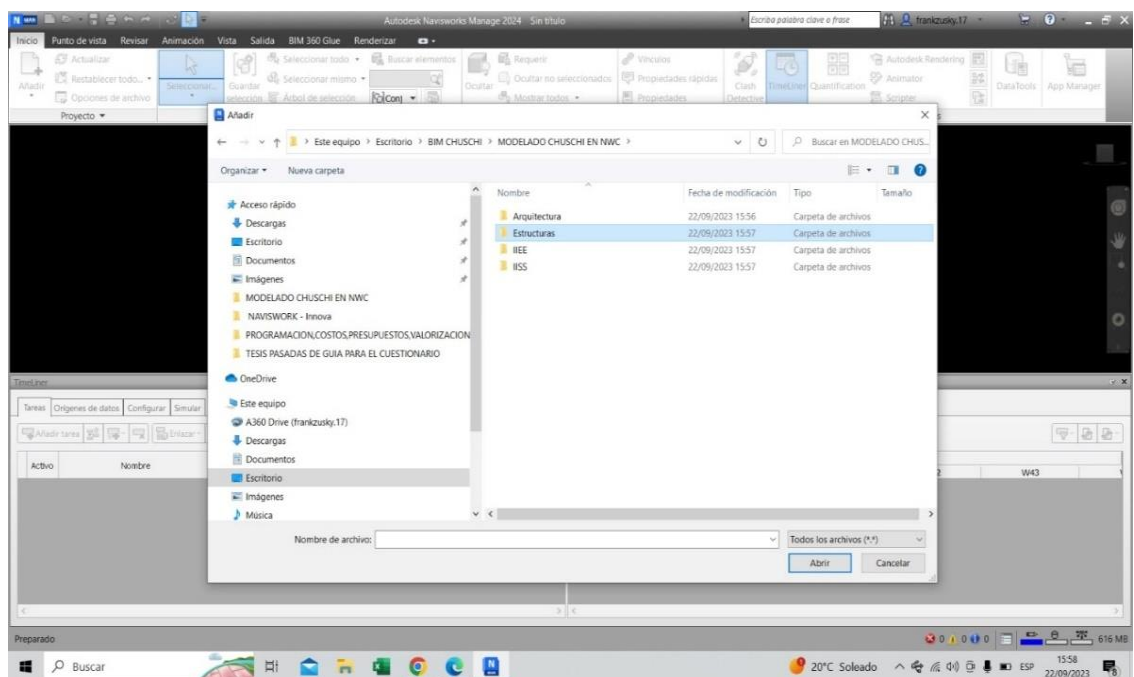


Nota. Elaboración propia

Seguidamente, los modelos 3D se importan directamente desde Naviswork (al hacerlo, cualquier actualización de los archivos ".rvt" de Revit también se actualizan en el archivo de trabajo de Naviswork), ver figura 35.

Figura 35

Importación de modelos 3D

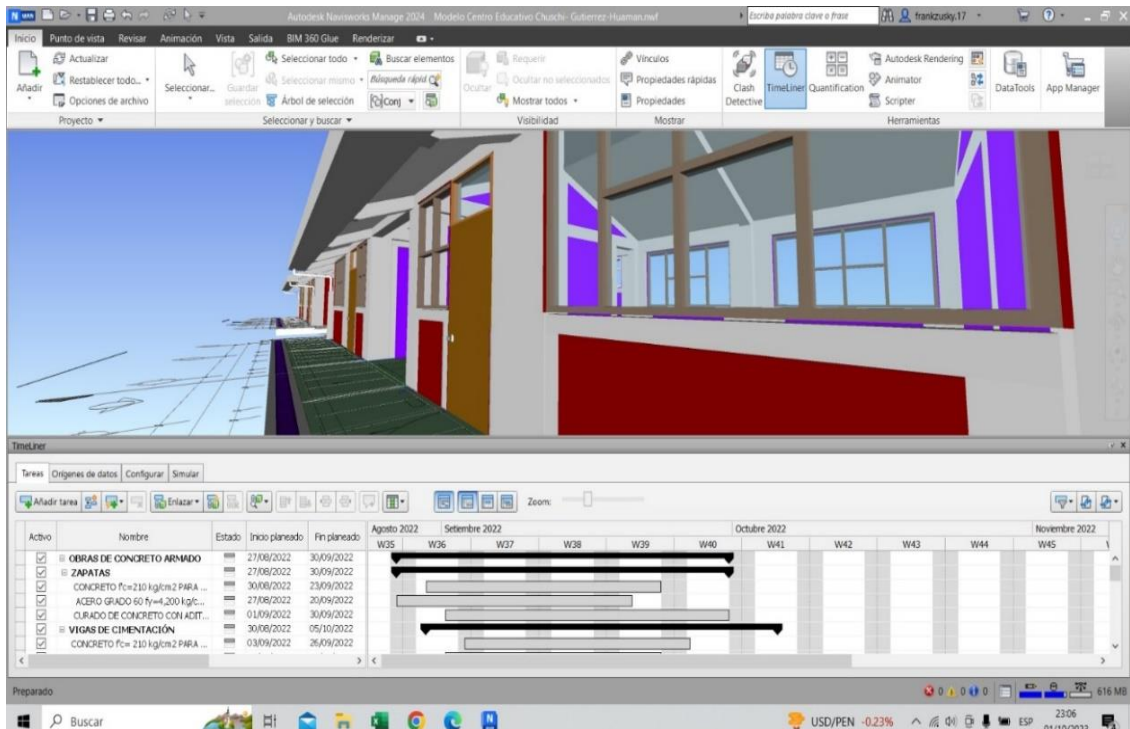


Nota. Elaboración propia

Después se importó el cronograma realizado en MS Project de la figura 33 y se enlazó los conjuntos o sets a las actividades en el *TimeLiner* del *software* Navisworks con la finalidad de obtener una planificación y visualización efectiva de la secuencia de construcción, ver figura 36.

Figura 36

Importación del cronograma

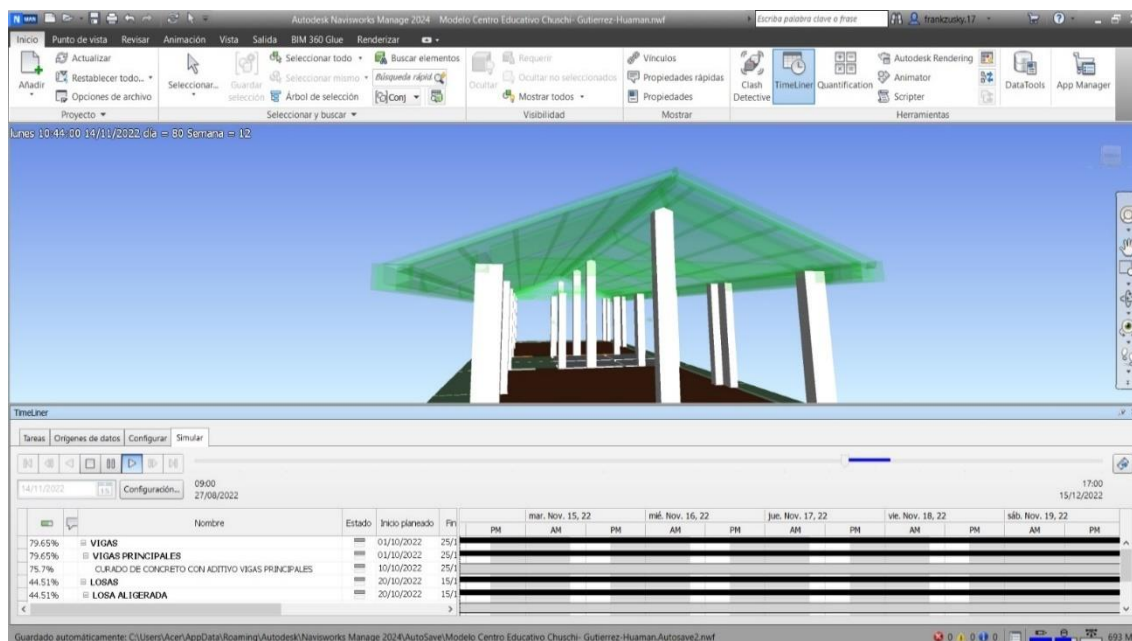


Nota. Elaboración propia

Finalmente, se ejecuta una simulación constructiva, en donde previamente se configura las tareas conforme a su tipología (construcción, provisional, demolición) y se configura el cronograma en función de las opciones de visualización, tal como se observa en la figura 37.

Figura 37

Simulación constructiva en Navisworks



Nota. Elaboración propia

5.5.6 Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora

La programación Arquitectónica planteado obedece a las necesidades de demanda de servicios educativos y RVM 104-2019-MINEDU, ver tabla 41.

Tabla 41

Módulos de la infraestructura del centro educativo

Codificación	Descripción
M – I	Está compuesto por la zona pedagógica (aulas para niños/as de 03 años y deposito), zona de servicios (SS. HH), y el área de circulación (vereda).
M – II	Está compuesto por la zona pedagógica (aulas para niños/as de 04 años y depósito), zona de servicios (SS. HH), y el área de circulación (vereda).
M – III	Está compuesto por la zona pedagógica (aulas para niños/as de 05 años y deposito), zona de servicios (SS. HH), y el área de circulación (vereda).
M – IV	Está compuesto por la zona administrativa (dirección, secretaria y sala de espera, sala de reuniones, sala para el personal docente, y archivo) y zona pedagógica (psicomotricidad), zona de servicios (SS. HH, almacén general y el área de circulación-vereda).
M - V	Está compuesto por la zona de servicios (SUM, depósito de SUM, cocina, despensa, depósito de combustible y área de circulación).

Nota. Care ingenieros S.A

A continuación, se observa la vista de la fachada principal y panorámica del proyecto, ver figura 38 y 39.

Figura 38

Fachada principal



Nota. Care ingenieros S.A

Figura 39

Vista Panorámica del Proyecto



Nota. Care ingenieros S.A

5.6 Tabla resumen

En la tabla 42, se observa la variación del tiempo en (%) de las actividades de obras de concreto armado. Asimismo, se demuestra que la interrelación entre la metodología BIM y la guía del PMBOK mejoran los tiempos del cronograma de obra en la etapa de diseño y estudios definitivos.

Tabla 42

Tabla resumen de la estimación de la duración de las actividades

Ítem	Descripción	Tiempo Estima (Día)	Duración Esperada basada en tres valores (tE)	Variación (%)
02.03	Obras de concreto armado	113	111	1.8%
02.03.01	Zapatas	35	35	0.0%
02.03.01.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para zapatas	23	25	3.8%
02.03.01.02	Acero grado 60 $f_y=4,200$ kg/cm ² , para Zapatas	25	25	0.0%
02.03.01.03	Curado de concreto con aditivo en Zapatas	30	30	0.0%
02.03.02	Vigas de cimentación	37	37	0.0%
02.03.02.01	Concreto $f'c= 210$ kg/cm ² para vigas de cimentación	25	24	4.0%
02.03.02.02	Encofrado y desencofrado de vigas de Cimentación	24	23	4.2%
02.03.02.03	Acero grado 60 $f_y=4,200$ kg/cm ² , vigas de cimentación	23	23	0.0%
02.03.02.04	curado de concreto con aditivo en vigas de cimentación	30	30	0.0%
02.03.05	Muros reforzados			
02.03.05.03	Placas	56	56	0.0%
02.03.05.03.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² , para placas	30	29	3.3%
02.03.05.03.02	Encofrado y desencofrado normal en placas	31	31	0.0%
02.03.05.03.03	Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ² , para placas	15	15	0.0%
02.03.05.03.04	curado de concreto con aditivo en placas	49	49	0.0%
02.03.06	Columnas	56	56	0.0%
02.03.06.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² , paracolumnas	30	29	3.3%
02.03.06.02	Encofrado y desencofrado normal en Columnas	31	31	0.0%
02.03.06.03	Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ² , para columnas	15	15	0.0%
02.03.06.04	curado de concreto con aditivo en columnas	49	49	0.0%

02.03.08	Vigas			
02.03.08.01	Vigas principales	55	55	0.0%
02.03.08.01.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para vigas principales	30	30	0.0%
02.03.08.01.02	Encofrado y desencofrado normal en vigas principales	30	28	6.7%
02.03.08.01.03	Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ² , para vigas principales	30	29	3.3%
02.03.08.01.04	curado de concreto con aditivo vigas principales	48	47	2.1%
02.03.09	Losas			
02.03.09.02	Losa aligerada	58	57	1.7%
02.03.09.02.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para losas aligeradas	30	30	0.0%
02.03.09.02.02	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada	30	29	3.3%
02.03.09.02.03	Acero grado 60 $f_y=4,200$ kg/cm ² , para losa aligerada	30	30	0.0%
02.03.09.02.04	Ladrillo hueco de arcilla 15x30x30cm en losa aligerada	30	29	3.3%
02.03.09.02.05	curado de concreto con aditivo en losa aligerada	48	48	0.0%

Nota. Elaboración propia

Finalmente, se muestra que mejora un 6.7% la estimación de la duración de la actividad de encofrado y desencofrado normal en vigas principales mientras que, un 1.7% para la partida de concreto $f'c=210$ kg/cm² para losas aligeradas.

DISCUSIÓN

Según el objetivo específico, definir las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo, los resultados obtenidos en la tabla 15 evidencian un promedio de correlación positiva media lo que evidencia el grado la relación entre las dos variables, datos que al ser comparados con lo encontrado por De la Cruz y Lopez (2019) quienes concluyen que la lista de hitos que se obtuvo utilizando la definición de actividades, sirven para controlar las fechas de culminación del proyecto con estos resultados se afirma que la aplicación de la Guía PMBOK si contribuye de una manera favorable con la gestión del cronograma. Además, el *Project Managment Institute* (2017) señala que “El beneficio clave de este proceso es que descompone los paquetes de trabajo en actividades del cronograma que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto” (p. 183)

Según el objetivo específico, secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas, los hallazgos mostrados en la tabla 15 evidencian un promedio de correlación positiva media lo que evidencia el grado la relación entre las dos variables, información que al ser contrastada con lo descubierto por De la Cruz y Lopez (2019) quienes concluyen que el proceso de secuenciar actividades generó un diagrama que organizó el proyecto lógicamente el cual facilitó la visualización y ejecución eficiente de las actividades, optimizando el desarrollo del proyecto, con estos hallazgos se confirma que el uso de la Guía PMBOK hace una contribución positiva a la gestión del cronograma.. Además, el *Project Managment Institute* (2017) señala que “el beneficio clave de este proceso es la definición de la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto” (p. 187)

Según el objetivo específico, estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada, los resultados mostrados en la tabla 15 evidencian un promedio de correlación positiva media lo que evidencia el grado la relación entre las dos variables, información que, cuando se contrasta con los hallazgos por De la Cruz y Lopez (2019) en su tesis titulada: “Gestión del cronograma para el cumplimiento de los plazos otorgados en la

conservación de la carretera central, Chosica año-2019”, quienes concluyeron que el proceso de estimación de duraciones estableció los períodos de trabajo para las actividades, basándose en estimaciones en donde es importante tener en cuenta que estas estimaciones pueden no coincidir necesariamente con las duraciones reales del proyecto, con base a estos hallazgos, se confirma que el uso de la Guía PMBOK mejora la gestión del cronograma. Además, el *Project Management Institute* (2017) señala que “el beneficio clave de este proceso es que establece la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades” (p. 195)

Según el objetivo específico, elaborar el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos, los resultados que se muestran en la tabla 15 evidencian un promedio de correlación positiva media lo que evidencia el grado la relación entre las dos variables, información que al ser cotejada con los hallazgos de Huacallo (2022) en su tesis titulada: “Estudio comparativo entre las metodologías convencional y BIM 4D en la optimización del tiempo programado para la ejecución de una obra de infraestructura vial en etapa de diseño, Arequipa 2021”, quien concluyó que la metodología BIM ofrece una ventaja notable al permitir la visualización detallada de todos los elementos del proyecto a través del modelado 3D el cual resulta especialmente beneficioso durante la fase de diseño, ya que facilita la obtención automática de mediciones de los elementos, así como la capacidad de planificar actividades en coordinación con el cronograma, mejorando significativamente la interpretación de las tareas necesarias, con estos resultados se afianza que BIM tiene un impacto positivo en la gestión del cronograma. Además, el *Project Management Institute* (2017) señala que “el beneficio clave de este proceso es que genera un modelo de programación con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto” (p. 205)

CONCLUSIONES

1. En el análisis de contrastación de las hipótesis se encontró que, en el 96 % de los proyectos se han definido las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción, en el 82 % de los proyectos se han secuenciado las actividades para determinar la dependencia entre ellas, en el 44 % de los proyectos se han estimado la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, en el 48 % de los proyectos se han elaborado el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos. Se le aplicó un plan de mejora a los procesos que estén por debajo del 60% de la línea de aceptación. Por otro lado, en la prueba de fiabilidad el valor del alfa de Cronbach fue de 0.812 (Muy Bueno). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk como prueba de normalidad, puesto que $n \leq 50$, obteniendo como resultado un valor de significancia $p \leq 0.05$. Además, la correlación promedio fue de 0.354, (correlación positiva media). Para finalizar, los resultados obtenidos aplicando el plan de mejora, muestran que la interrelación de la metodología BIM 4D y la Guía del PMBOK mejoran los tiempos del cronograma en la etapa de diseño en un 1.8%.

2. En referencia al objetivo 1, en el 96 % de los proyectos se han definido las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción (figura 7), el 96.7% identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto (tabla 17), el 93.3% mantiene reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo (tabla 17) y el 93.3% incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto (tabla 17). Por lo que se afirma que en los proyectos de centros educativos se han definido las actividades con el modelo 3D.

3. En referencia al objetivo 2, en el 82% de los proyectos han realizado la secuencia de las actividades y la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas (figura 8), el 33.3% durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto (tabla 19), el 96.6% incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayude a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades (tabla 19) y el 73.4% realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas,

también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto (tabla 19). Por lo que se afirma que en los proyectos de centros educativos se han secuenciado las actividades y determinado la dependencia entre ellas.

4. En referencia al objetivo 3, en el 44% de los proyectos se ha estimado la duración de las actividades (figura 9), el 63.3% considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades (tabla 21), el 30% utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración (tabla 21) y el 23.3% estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos (tabla 21). Así mismo, se muestra la mejora en un 6.7% en la actividad de encofrado y desencofrado normal en vigas principales. Por lo que, se puede afirmar que en los proyectos de centros educativos no se utilizaron técnicas de estimación de la duración de las actividades.

5. En referencia al objetivo 4, en el 48% de los proyectos se han elaborado el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos (figura 10), el 53.3% no emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma (tabla 23), el 100 % no utiliza en simultaneo softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra, el 100% no realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto (tabla 23). Por lo que se afirma que en los proyectos de centros educativos no se aprovecha las capacidades que brinda la dimensión 4D de la metodología BIM, para elaborar el cronograma de obra.

RECOMENDACIONES

1. Incorporar la dimensión 4D y el proceso de gestión de cronograma de la Guía PMBOK para desarrollar un cronograma visualmente enriquecido basado en el modelo BIM haciendo uso de programas que sean interoperables entre sí como por ejemplo al realizar la importación del cronograma desde Ms Project a Navisworks nos facilita la coordinación y la visualización del proyecto en un entorno tridimensional y que además al sincronizar la progresión de la construcción con el modelo nos proporciona una mejor comprensión de la secuencia constructiva.
2. Utilizar datos históricos y datos en tiempo real de proyectos que cuenten con similares condiciones geográficas a nuestro proyecto y a su vez considerar la opinión de personas con experiencia y conocimiento directo en la ejecución de las actividades a realizar ya que ellos podrían proporcionar estimaciones optimistas, pesimistas y más probables de una manera más precisa.
3. Tener en consideración relacionar la decodificación de la norma técnica de metrados para obras de edificación en los elementos BIM con la finalidad de estandarizar el modelado.
4. Considerar un plan de contingencia en caso de que surjan circunstancias imprevistas debido a factores externos (conflictos sociales, condiciones climáticas, cambios en la legislación, regulaciones gubernamentales, etc) que alteren el cronograma y tengan un impacto negativo en la programación a pesar de utilizar la metodología BIM.
5. Para obtener una comprensión profunda y práctica de la metodología BIM 4D, se recomienda encarecidamente la participación en cursos y talleres especializados ofrecidos por instituciones educativas y organizaciones certificadas en el campo de la construcción y las tecnologías de la información. Asimismo, involucrarse en proyectos en curso que utilicen esta metodología, ya sea a través de pasantías o asociaciones con expertos en el campo. Esto permitirá una evaluación de los beneficios y desventajas de BIM 4D en el contexto de la industria de la construcción y ofrecerá detalles útiles sobre su aplicación actual. Además de ello, es fundamental mantenerse al día con los avances y tendencias

de BIM más recientes a través de conferencias, seminarios web y nuevos estudios académicos.

REFERENCIAS

- Amaya, M. y Sierra, J. (2021). *Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias – Meta*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle, Bogotá-Colombia].
- Assaf, R. (2007). *PMBOK “El Cuerpo de Conocimientos de la Gestión de Proyectos”*. Universidad de Palermo.
<http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT6/6CyT%2010.pdf>
- Avecillas Arévalo, D. X., & Lozano Padilla, C. P. (2016). *Medición de la Confiabilidad del Aprendizaje del Programa RStudio Mediante Alfa de Cronbach*. *Revista Politécnica*, 37(1), 68.
https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/469
- Barnes, P., & Davies, N. (2015). *BIM in Principle and in Practice*. Primera ed. London: ICE Publishing.
- Barnes, P., & Davies, N. (2019). *BIM in Principle and in Practice*. Segunda ed. London: ICE Publishing.
- Barreto, C., Benavides, J., Garavito, A., & Gordillo, N. (2003). *Metodologías y métodos de trabajo social en 68 libros ubicados en bibliotecas de unidades académicas de trabajo social en Bogotá*.
- Bedrick, J., Faia, W., Ikerd, P. E., & Reinhardt, J. (2020). *Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary For Building Information Models and Data* (Issue December).
<https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/>
- BIM FORUM. (2020). *Level of Development (LOD) Specification Part I and Commentary*.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Building Smart Spain. (2020). *Guía BIM para Propietarios y Gestors de Activos*. buildingSMART. (s.f.). buildingSMART.
<https://www.buildingsmart.org/standards/calls-for-participation/ifcroad/>
- buildingSMART International. (s.f.).
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

- buildingSMART International. (s.f.). buildingSMART International.
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>
- buildingSMART Spain. (s.f.). buildingSMART Spain.
<https://www.buildingsmart.es/bim>
- Cámara Peruana de la Construcción (2020). *Informe Económico de la Construcción N° 36*. Lima, Perú.
https://www.construccionindustria.com/iec/descarga/IEC36_1220.pdf
- Chavarry C.M.; Támara J. S.; Chavarría L.J.; Pereyra E.; Laos X.; Minaya D.; Poma C. G.; Panana E.C.; Cantu V.H.; Depaz F.J.; Solorzano J.E.; Rosales C.F.; (2023). *Modelo de procesos para la estimación de costos en la construcción de edificios multifamiliares*.
<https://doi.org/10.47460/Autana.Book.11>
- De la Cruz, C. y Lopez, A. (2019). *Gestión del cronograma para el cumplimiento de los plazos otorgados en la conservación de la Carretera Central, Chosica año-2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú].
- Falcón y Herrera (2005). *Análisis del dato Estadístico (Guía didáctica)*. Universidad Bolivariana de Venezuela.
- Fischer, M., & Kunz, J. (22 de enero de 2020). *Virtual design and construction, Construction Management and Economic*. Construction Management and Economics, 355-363. doi:10.1080/01446193.2020.1714068
- García Ferrando, M. (1993). La Encuesta. En M. García Ferrando, J. Ibáñez y F. Alvira (Comp.), *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación* (pp. 123-152). Madrid, España: Alianza Universidad.
- Gutiérrez, K., & Godoy, P. (2020). *Estándares y trabajo colaborativo como parte de la enseñanza BIM en educación superior*. Pensamiento Académico, 174.
- Hassan, A. (14 de marzo de 2017). *BIM 10 DIMENSIONS*.
<https://www.linkedin.com/pulse/bim-10-dimensions-prof-akram-hassan-phd-mbaopm3-p/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, R., & Fernández, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Huacallo, F (2022). *Estudio comparativo entre las metodologías convencional y BiM 4D en la optimización del tiempo programado para la ejecución de una obra de*

- infraestructura vial en etapa de diseño, Arequipa 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú].
- Instituto Nacional de Calidad. (2021). Norma Técnica Peruana: *Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo el modelado de la información de la construcción (BIM)*. Parte 1: Conceptos y principios (NTP ISO 19650-1). Lima.
- Kamardeen, I. (2010). *8D BIM modelling tool for accident prevention through design*. 26th Annual ARCOM Conference (pág. 288). Leeds: Association of Researchers in Construction.
- Lloret, A. (2017). *Estudio y análisis del impacto y repercusión ambiental sobre el patrimonio histórico edificado en el centro histórico de Villajoyosa durante las fiestas patronales*.
- Mata, L. (2019). *Las 7 Dimensiones del BIM Propuesta de 3 Dimensiones Adicionales (8D, 9D Y 10D)*.
<https://dataiaing.com/site/las-7-dimensiones-del-bim/>
- Mautino Vilca, H. S., & Miraval Rojas, L. (2021). *Aplicación de la metodología BIM para optimizar el diseño y ejecución de las vías vehiculares del Distrito de Pillco Marca-2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermila Valdizán, Huánuco-Perú].
- McAuley, B., Hore, A., & West, R. (2017). *BICP Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programm*. Construction IT Alliance (CitA). doi:10.21427/D7M049.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (27 de julio de 2021). mef.gob.pe.
https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (s.f.). mef.gob.pe.
<https://www.mef.gob.pe/planbimperu/planbim.html>
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2019a). Plan Nacional de Competitividad y Productividad.
https://www.mef.gob.pe/concdecompetitividad/Plan_Nacional_de_Competitividad_y_Productividad_PNCP.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2019b). Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf

- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021a). GUÍA NACIONAL BIM Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM (pp. 1–221). https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf
- Olejua, F. (2021). *Análisis de la implementación de las metodologías BIM en los procesos de construcción en las obras de vivienda Villa Sofía y bodegas San Francisco en el departamento de Santander*. [Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño, Bogotá-Colombia].
- Phiri, M. (2016). *BIM in Healthcare Infrastructure: Planning, Design and Construction*. London: ICE Publishing.
- Sabino, C (1992). *EL PROCESO DE INVESTIGACION*. Ed. Panamericana, Bogotá.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (Tercera ed.). Hoboken: Wiley.
- Sampaio, A. Z., & Berdeja, E. (2017). *Collaborative BIM environment as a support to conflict analysis in building design*. 4th Experiment@ International Conference (págs. 77-82). Portugal: IEEE.
- SENCICO. (2020). *Modelamiento de edificación virtual BIM*. Lima: (Diplomado). Lima-Perú.
- Smith, P. (2014). *BIM Implementation - global strategies*. *Creative Construction Conference* (págs. 482-492). Sydney: Elsevier
- Sturmeijer, Newton, Cowley, Bouras, Holt (2005). “The PAS-ADD checklist: Independent replication of its psychometric properties in a community sample”. *British Journal of Psychiatry*, p. 319.
<http://bjp.rcpsych.org/cgi/content/full/186/4/319>
- Succar, B. (2021). *The BIM Dictionary*.
<https://bimdictionary.com/>
- Tabilo, M. (2019). *Estudio de la metodología BIM en la gestión de construcción y aplicación demostrativa*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Santiago de Chile-Chile].
- Yañez Correa, D. S. (2023). *Retos de la implementación de BIM durante la etapa de diseño de infraestructura de salud*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú].

Zeynalian, M., y Dehaghi, K. (2018). “*Choice of optimum combination of construction machinery using modified advanced programmatic risk analysis and management model*”. Scientia Iranica. Transaction A, Civil Engineering, 25(3), 10.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia.....	106
Anexo B: Cuestionario.....	107
Anexo C: Permiso de autorización	110
Anexo D: Valoración del instrumento de investigación	111
Anexo E: Instituciones educativas	117
Anexo F: Planos del proyecto.....	118
Anexo G: Partidas o actividades con mayor incidencia - estructuras.....	119
Anexo H: Duración estimada según el expediente técnico.....	120
Anexo I: Cronograma de ejecución de la obra	122
Anexo J: Cronograma en Ms Project.....	124

Anexo A: Matriz de consistencia

Título: Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera el modelado de información optimiza el cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos?	Modelar la información para mejorar los tiempos del cronograma de obra en la etapa de diseño y estudios definitivos utilizando la metodología BIM en centros educativos.	Modelando la información, se optimiza el cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.	Modelado de información de la construcción (BIM)	Procesos	Mapa de procesos	La metodología de la investigación empleó el método deductivo, con una orientación aplicada, enfoque mixto y el instrumento de recolección de datos es prolectiva.
				Estándar	Plan de Ejecución BIM (PEB)	
				Personas	Entorno común de datos	
					Reuniones de coordinación sesión ICE	
Herramienta tecnológica	Dimensión 3D	La investigación fue de tipo descriptivo, explicativo y correlacional.				
Problema Especifico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específico	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
a) ¿Cuáles son las actividades con el modelo 3d que identifican las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo?	a) Definir las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo.	a) Al definir las actividades con el modelo 3d se identifican las tareas que se deben llevar a cabo se mejora la construcción y se vinculan los elementos 3d del modelo.	Cronograma en la etapa de diseño	Definición de las actividades	Guía del PMBOK	El diseño fue no-experimental, transversal, prospectivo y de estudio de cohorte (causa-efecto).
b) ¿Cómo secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas?	b) Secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas.	b) Al secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas se mejora el orden de ejecución de cada una de ellas.		Secuencia de actividades	Guía del PMBOK	
c) ¿Cómo se estima la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada?	c) Estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.	c) Al estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, se mejora el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.		Estimación de la duración de las actividades	Guía del PMBOK	
d) ¿Cómo se elabora el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos?	d) Elaborar el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.	d) Al elaborar el cronograma inicial de la obra se mejora los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.		Elaboración del cronograma	Guía del PMBOK	

Anexo B: Cuestionario

<p>El presente cuestionario busca obtener información sobre metodología de trabajo colaborativo "BIM" en los centros educativos del distrito de Chuschi con la finalidad de mejorar los tiempos del cronograma de obra en la etapa de diseño y estudios definitivos. Para ello, se solicita a los encuestados ser lo más objetivos en sus respuestas.</p>						
Datos Generales:						
Profesión:						
Cargo:						
Edad:						
Experiencia en años:						
Sexo: (M) - (F)						
Marque con una X, la respuesta que crea conveniente:						
5 = Siempre						
4 = Casi siempre						
3 = A veces						
2 = Casi nunca						
1 = Nunca						
Ítem	Descripción	5	4	3	2	1
	Objetivo 1: Definir las actividades con el modelo 3d para identificar las tareas que se deben llevar a cabo para la construcción y se vinculan a los elementos 3d del modelo.					
1	¿Usted identifica y documenta las acciones específicas para elaborar los entregables del proyecto teniendo en cuenta el plan de ejecución BIM y su interrelación con el proceso de gestión de cronograma?					
2	¿Usted elabora el plan para la dirección del proyecto para saber cómo se va a desarrollar el cronograma?					
3	¿Usted elabora el plan de gestión de cronograma para definir la metodología de programación?					
4	¿Usted suele elaborar la línea base del alcance con la finalidad de medir el avance del proyecto y pronosticar el resultado final?					
5	¿Usted suele mantener reuniones con miembros del equipo o expertos a fin de definir las actividades necesarias para completar el trabajo?					
6	¿Usted incluye en la lista de actividades todas las tareas necesarias para llevar a cabo el proyecto?					

	Objetivo 2: Secuenciar las actividades y determinar la dependencia entre ellas para identificar el orden de ejecución de cada una de ellas.					
7	¿Usted realiza el método de diagramación por precedencia en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas?					
8	¿Usted durante el proceso de secuenciación de las actividades, establece qué dependencias son externas en el proyecto?					
9	¿Usted incluye un sistema de información para la dirección de proyectos que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades?					
10	¿Usted realiza el diagrama de red del cronograma del proyecto la cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto?					
11	¿Usted realiza actualizaciones a los documentos del proyecto?					
12	¿Usted utiliza herramientas de software para la planificación en los procesos de gestión de proyectos?					
	Objetivo 3: Estimar la duración de las actividades teniendo en cuenta los recursos del proyecto, para estimar el tiempo requerido por cada actividad ejecutada.					
13	¿Usted realiza la estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados?					
14	¿Usted considera otros factores como los avances tecnológicos para estimar la duración de las actividades?					
15	¿Usted considera otros factores como la motivación del personal para estimar la duración de las actividades?					
16	¿Usted utiliza el tipo de estimación análoga para estimar la duración?					

17	¿Usted estima la duración de las actividades bajo la pericia de juicio de expertos?						
18	¿Usted utiliza el tipo de estimación basada en tres valores para estimar la duración?						
Objetivo 4: Elaborar el cronograma inicial de la obra para analizar los recursos y el cumplimiento de los plazos establecidos.							
19	¿Usted utiliza herramientas de entorno común de datos para la gestión de la información del proyecto?						
20	¿Usted emplea el software Navisworks para importar modelos 3D de distintas especialidades y combinarlos en un único modelo integrado con la finalidad de detectar y eliminar las posibles interferencias que podrían ocasionar retrasos en el cronograma?						
21	¿Usted utiliza los softwares interoperables como el Revit, Ms Project y Navisworks para optimizar el cronograma de obra?						
22	¿Usted realiza la secuencia de la simulación constructiva teniendo en cuenta la programación del cronograma de obra con la finalidad de identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de trabajo y mejorar la eficiencia del proyecto?						
23	¿Usted representa de forma gráfica el cronograma del proyecto a través de diagramas?						
24	¿Usted logra cumplir con los plazos establecidos del cronograma de obra?						

Anexo C: Permiso de autorización



Ayacucho, 20 de mayo del 2023

Permiso de autorización

Por la presente, autorizo a los Sres. Gutierrez Arias, Willian Manuel y Huaman Chuchon, Redy Percy; a fin de que puedan utilizar los datos, figuras, imágenes y cuadros del proyecto “Mejoramiento del servicio educativo de las instituciones educativas de nivel inicial N° 314 DE Chuschi, N° 365 de Canchacancha y N° 366 de Quispillacta, distrito de Chuschi - Cangallo – Ayacucho” para la elaboración de su proyecto de tesis

Atentamente

Anexo D: Valoración del instrumento de investigación

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Roger Joel Berrocal Pérez.

Cargo o Institución donde labora: Modelador BIM.

Título de la investigación: Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.

Autor(es) del Instrumento: - Gutierrez Arias William Manuel

- Huaman Chuchon Redy Percy

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%	Total
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					X	90 %
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					X	90 %
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X	95 %
4. Organización	Existe una organización lógica					X	85 %
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X	85 %
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X	85 %

7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X	95 %
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X	90 %
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X	95 %
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					X	95 %
Total							905 %
Promedio de Validación							90.50 %

3. Promedio de valoración 90.50% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Ayacucho 01 de Julio del 2023



Firma del Experto Informante

DNI N°: 43651175

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Misael Ludeña Aguilar

Cargo o Institución donde labora: Modelador BIM.

Título de la investigación: Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.

Autor(es) del Instrumento: - Gutierrez Arias William Manuel

- Huaman Chuchon Redy Percy

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%	Total
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					X	95 %
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					X	90 %
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X	95 %
4. Organización	Existe una organización lógica					X	88 %
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X	86 %
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X	85 %
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X	95 %

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X	95 %
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X	90 %
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					X	88 %
Total							907 %
Promedio de Validación							90.70 %

3. Promedio de valoración 90.70% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Ayacucho 03 de Julio del 2023



Misael Ludeña Aguilar
INGENIERO CIVIL
CIP: 114246

Firma del Experto Informante

DNI N°: 41733799

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Johnny Jaime Nuñez Escalante

Cargo o Institución donde labora: BIM Manager

Título de la investigación: Modelado de información para la optimización del cronograma en la etapa de diseño y estudios definitivos de centros educativos.

Autor(es) del Instrumento: - Gutierrez Arias William Manuel

- Huaman Chuchon Redy Percy

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%	Total
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					X	95 %
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					X	85 %
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X	88 %
4. Organización	Existe una organización lógica					X	81 %
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X	90 %
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X	85 %
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X	95 %

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					X	92 %
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X	90 %
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					X	88 %
Total							889 %
Promedio de Validación							88.90 %

3. Promedio de valoración 88.90% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Ayacucho 04 de Julio del 2023




Firma del Experto Informante

DNI N°: 09505742

Anexo E: Instituciones educativas

N°	Distrito	Centro poblado	Institución Educativa	Nivel educativo	Dirección de la Institución Educativa
1	Chuschi	CHUSCHI	314	Inicial	Plaza principal
2	Chuschi	CANCHA CANCHA	365	Inicial	Calle Huancarina
3	Chuschi	QUISPILLACTA	366	Inicial	Plaza principal
4	Chuschi	CHACOLLA	414-1	Inicial	Plaza principal
5	Chuschi	LLACTAHUARAN	414-27	Inicial	Plaza principal
6	Chuschi	UCHUYRI	414-28	Inicial	Plaza principal
7	Chuschi	TUCO	414-29	Inicial	Plaza principal
8	Chuschi	CUCHUQUESERA	414-3	Inicial	Plaza principal
9	Chuschi	HUERTAHUASI	414-30	Inicial	Plaza principal
10	Chuschi	UNION POTRERO	414-31	Inicial	Plaza principal
11	Chuschi	YARUCA	414-32	Inicial	Plaza principal
12	Chuschi	PAMPAMARCA	414-4	Inicial	Parque Plaza Principal
13	Chuschi	PUNCUPATA	414-45	Inicial	Plaza principal
14	Chuschi	CATALINAYOCC	414-8	Inicial	Parque Plaza Principal
15	Chuschi	CHUSCHI	38126	Inicial	Av. Ramon Castilla S/N
16	Chuschi	CANCHA CANCHA	38127	Inicial	Plaza principal
17	Chuschi	QUISPILLACTA	38128	Inicial	Av. Antapampa S/N
18	Chuschi	CHACOLLA	38188	Inicial	Parque Plaza Principal
19	Chuschi	CATALINAYOCC	38189	Inicial	Plaza principal
20	Chuschi	UCHUYRI	38190	Inicial	Plaza principal
21	Chuschi	PUNCUPATA	38543	Inicial	Plaza principal
22	Chuschi	CCOTARARA	38545	Inicial	Plaza principal
23	Chuschi	CUCHUQUESERA	38588	Inicial	Paseo de la Republica S/N
24	Chuschi	LLACTAHUARAN	38640	Inicial	Barrio Berna Pampa
25	Chuschi	PAMPAMARCA	38792	Inicial	Plaza principal
26	Chuschi	TUCO	38793	Inicial	Plaza principal
27	Chuschi	KALLCABAMBA	38858	Inicial	Plaza principal
28	Chuschi	HUERTAHUASI	38862	Inicial	Parque Plaza Principal
29	Chuschi	UNION POTRERO	38939	Inicial	Plaza principal
30	Chuschi	RUMICHACA	38940	Inicial	Plaza principal
31	Chuschi	PIRHUAMARCA	38964	Inicial	Plaza principal
32	Chuschi	YARUKA	38986-2	Inicial	Plaza principal

Anexo F: Planos del proyecto

https://drive.google.com/drive/folders/1563qJZ3synzidFN_HgzoyLM9KIE-0HxG?usp=sharing

Anexo G: Partidas o actividades con mayor incidencia - estructuras

Ítem	Descripción
02.03	Obras de concreto armado
02.03.01	Zapatas
02.03.01.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para zapatas
02.03.01.02	Acero grado 60 $f_y=4,200$ kg/cm ² , para zapatas
02.03.01.03	Curado de concreto con aditivo en zapatas
02.03.02	Vigas de cimentación
02.03.02.01	Concreto $f'c= 210$ kg/cm ² para vigas de cimentación
02.03.02.02	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación
02.03.02.03	Acero grado 60 $f_y=4,200$ kg/cm ² , para vigas de cimentación
02.03.02.04	Curado de concreto con aditivo en vigas de cimentación
02.03.05	Muros reforzados
02.03.05.03	Placas
02.03.05.03.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² , para placas
02.03.05.03.02	Encofrado y desencofrado normal en placas
02.03.05.03.03	Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ² , para placas
02.03.05.03.04	Curado de concreto con aditivo en placas
02.03.06	Columnas
02.03.06.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² , para columnas
02.03.06.02	Encofrado y desencofrado normal en columnas
02.03.06.03	Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ² , para columnas
02.03.06.04	Curado de concreto con aditivo en columnas
02.03.08	Vigas
02.03.08.01	Vigas principales
02.03.08.01.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para vigas principales
02.03.08.01.02	Encofrado y desencofrado normal en vigas principales
02.03.08.01.03	Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm ² , para vigas principales
02.03.08.01.04	Curado de concreto con aditivo vigas principales
02.03.09	Losas
02.03.09.02	Losa aligerada
02.03.09.02.01	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² para losas aligeradas
02.03.09.02.02	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada
02.03.09.02.03	Acero grado 60 $f_y=4,200$ kg/cm ² , para losa aligerada
02.03.09.02.04	Ladrillo hueco de arcilla 15x30x30cm en losa aligerada
02.03.09.02.05	Curado de concreto con aditivo en losa aligerada

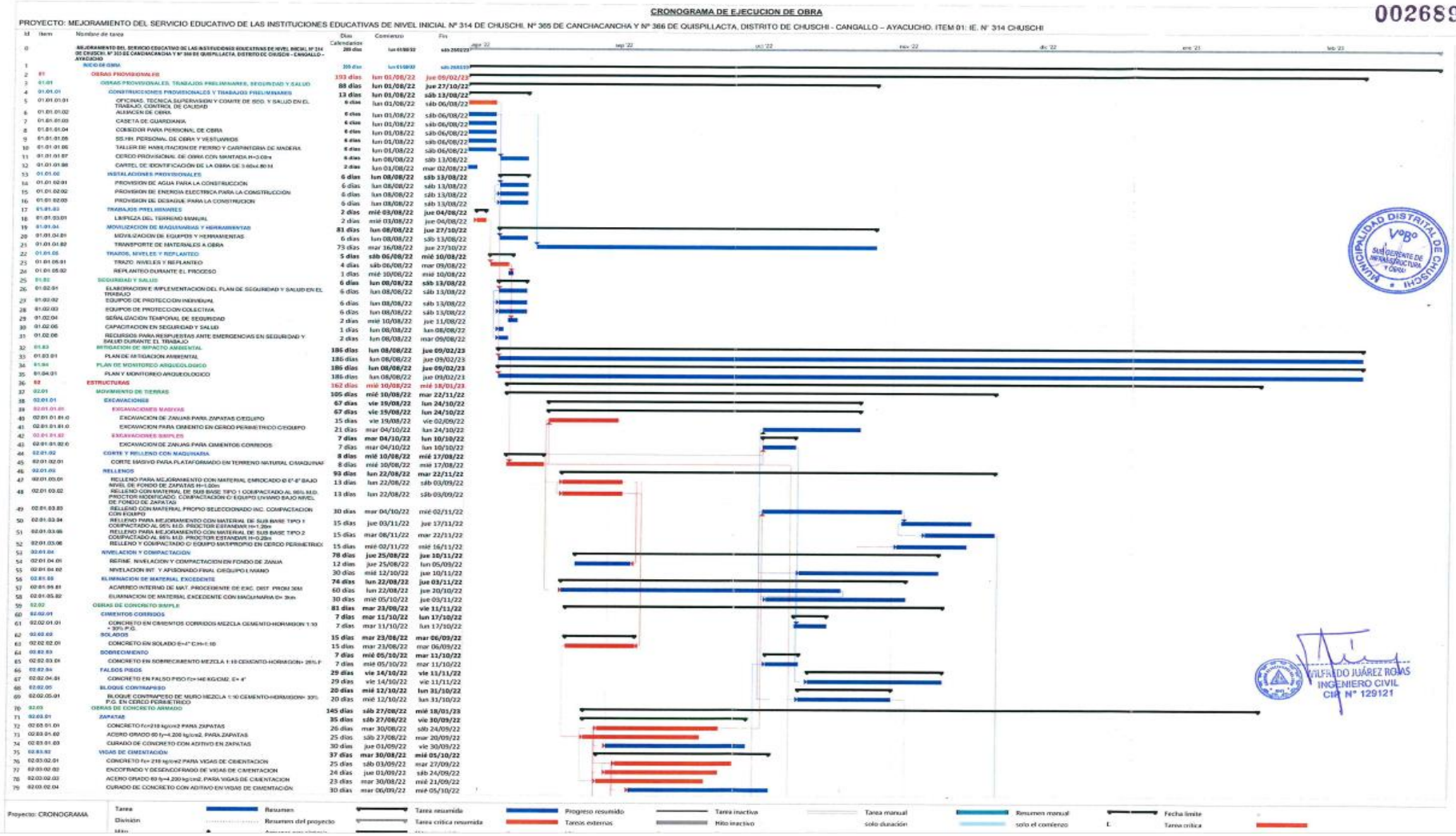
Anexo H: Duración estimada según el expediente técnico

Ítem	Descripción	Met.	Und.	Rend	Und	Tiempo Est. (Día)
02.03	Obras de concreto armado					
02.03.01	Zapatas					
02.03.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² para zapatas	478	m ³	20	m ³ /Dia	26
02.03.01.02	Acero grado 60 fy=4,200 kg/cm ² , para zapatas	30476	kg	250	kg/Dia	25
02.03.01.03	Curado de concreto con aditivo en zapatas	820.9	m ²		m ² /Dia	30
02.03.02	Vigas de cimentación					
02.03.02.01	Concreto f'c= 210 kg/cm ² para vigas de cimentación	28	m ³	18	m ³ /Dia	25
02.03.02.02	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación	224	m ²	10	m ² /Dia	24
02.03.02.03	Acero grado 60 fy=4,200 kg/cm ² , vigas de cimentación	3792	kg	250	kg/Dia	23
02.03.02.04	curado de concreto con aditivo en vigas de cimentación	220.5	m ²		m ² /Dia	30
02.03.05	Muros reforzados					
02.03.05.03	Placas					
02.03.05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² , para placas	42	m ³	10	m ³ /Dia	30
02.03.05.03.02	Encofrado y desencofrado normal en placas	402	m ²	10	m ² /Dia	31
02.03.05.03.03	Acero grado 60 fy=4200 kg/cm ² , para placas	7377	kg	250	kg/Dia	15
02.03.05.03.04	curado de concreto con aditivo en placas	402.12	m ²		m ² /Dia	49
02.03.06	Columnas					
02.03.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² , para columnas	102	m ³	9	m ³ /Dia	30
02.03.06.02	Encofrado y desencofrado normal en columnas	1007	m ²	10	m ² /Dia	31
02.03.06.03	Acero grado 60 fy=4200 kg/cm ² , para columnas	15250	kg	250	kg/Dia	15
02.03.06.04	curado de concreto con aditivo en columnas	1006	m ²		m ² /Dia	49
02.03.08	Vigas					
02.03.08.01	Vigas principales					
02.03.08.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² para vigas principales	104	m ³	16	m ³ /Dia	30
02.03.08.01.02	Encofrado y desencofrado normal en vigas principales	702	m ²	10	m ² /Dia	30
02.03.08.01.03	Acero grado 60 fy=4200 kg/cm ² , para vigas principales	15181	kg	250	kg/Dia	30
02.03.08.01.04	curado de concreto con aditivo vigas principales	705.11	m ²		m ² /Dia	48
02.03.09	Losas					
02.03.09.02	Losa aligerada					
02.03.09.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² para losas aligeradas	70	m ³	16	m ³ /Dia	30

02.03.09.02.02	Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada	803	m ²	12	m ² /Dia	30
02.03.09.02.03	Acero grado 60 fy=4,200 kg/cm ² , para losa aligerada	3387	kg	250	kg/Dia	30
02.03.09.02.04	Ladrillo hueco de arcilla 15x30x30cm en losa aligerada	6699	und	1500	und/Dia	30
02.03.09.02.05	curado de concreto con aditivo en losa aligerada	803.40	m ²		m ² /Dia	48

Anexo I: Cronograma de ejecución de la obra

002689



WILFREDO JUÁREZ ROMAS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 129121

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL INICIAL, N° 314 DE CHUSCHI, N° 365 DE CANCHACANCHA Y N° 366 DE QUISPILLACTA, DISTRITO DE CHUSCHI - CANGALLO - AYACUCHO, ÍTEM 01: IE. N° 314 CHUSCHI



MANUEL JUÁREZ ROSAS
10 DE DICIEMBRE DEL 2022
TUP N° 129121

Anexo J: Cronograma en Ms Project

